బాలానంద ప్రచురణ
ప్రథమ ముద్రణ '58
సాదా ప్రతి రు. 3
మేలు ప్రతి రు. 4

శ్రీ కృష్ణా ప్రింటింగ్ వర్క్సు
విజయవాడ - 2.

English—EXPLAINING THE ATOM : by Selig Hecht and Eugene
nowitch, Published by New-york — The Viking Press.
— Translated by M. Narasimha Sastry. Published by
Publications, Vijayawada, with kind Permission of
Publisher.

విషయసూచిక :

— ... —

ప్రథమముద్రణకు తొలిపలుకు

శాస్త్రవిషయము లంటే ఏమిటో అంతగా తెలియనివారికోసం యీ గ్రంథం వ్రాయబడింది. సామాన్యపదార్థముల లక్షణముల మొదట, భారీఎత్తున విడుదలఅయ్యే పరమాణుశక్తివరకూ ఘట్టములవారీగా, విజ్ఞాన శాస్త్రం ఏవిధంగా అభివృద్ధిని సాధించినదీ యీ గ్రంథం సూచిస్తుంది. కథాఘట్టములసంఖ్య చాలా తక్కువే. ఇందులో పొందుపరుపబడిన విషయాలుకూడా సులభంగా గ్రహించతగ్గవే. పదార్థ, రసాయన, గణిత శాస్త్రములతో పరిచయం లేనివారికిగూడా సుబోధకమగునటుల శాస్త్ర విషయములు వర్ణింప బడినవి. ఇంతకుపూర్వం న్యూయార్కులో సాంఘిక పరిశోధనా సంస్థతరఫున విజ్ఞాన విషయపరిజ్ఞానములేని ప్రేక్షకులకు ఐదు ఉపన్యాసములలో యీవిషయమునంతా తేటతెల్లముచేశాను. ఈ కథలోని ముఖ్యవిషయాలు ఏమిటో విషయసూచికవల్ల, ప్రస్తావనవల్ల తెలుస్తుంది.

ఈ పుస్తకాన్ని మొదటనుంచి చివరిదాకా ఒకేసారి చదవాలని ప్రయత్నించడంకన్నా, యివ్వాళ కొంతా రేపు కొంతా చొప్పున కొద్ది రోజులలో పూర్తిచేయడం మంచిది. ఏదైనా ఒకభాగం అక్కడక్కడ బోధపడకుంటే దానినిగురించి అంత బాధపడనవసరం లేదు. ఆ తర్వాత అదే బోధపడుతుంది. ఎక్కడన్నా ఒకభాగం అర్థం కానంతమాత్రాన అక్కడితో ఆగిపోగూడదు. చివరిదాకా చదువుకుపోతే కథాగమనం కుంటుపడకుండా ఉంటుంది. ఒకసారి చకచకా పుస్తకాన్ని చదివివేసిన తర్వాత మళ్ళీ ఒకసారి చదవాలనిబుద్ధిపుడితే ఆ ఉబలాటాన్ని నిరోధించకూడదు. ఒకసారి చదివినపుస్తకాన్ని మరోసారి చదవటంవల్ల లాభమూ ఉంది; ఆనందము ఉంది.

పరమాణు బాంబు నిర్మాణ కార్యకలాపాలకీ, నాపనికీ ఏమీ సంబంధంలేదు. నాపనిఅల్లా వెలుగు, కాంతి విషయములకు సంబంధించినది. నాకు తెలిసిన పరమాణుతత్వ విషయములన్నీ బయటి ఆధారములనుంచి లభ్యమయినవే. 1940 కి పూర్వము పరమాణుతత్వసంబంధమైన అనేక విజ్ఞాన గ్రంథాలు వెలువడ్డాయి. ఎన్నోవ్యాసాలు ప్రచురింపబడ్డాయి.

1940 - 1945 మధ్య యీ విషయమై నూతనంగా ఏ ఒక్క విషయమూ ప్రచురింపబడలేదు. ఆతర్వాత పరమాణుశక్తినిగురించి H. D. స్మిత్ యొక్క అధికార నివేదిక వెలువడింది. నెమ్మది నెమ్మదిగా మరికొన్ని కరపత్రాలు యిప్పుడిప్పుడే వెలువడుతూ ఉన్నాయి. నాకు తెలిసినవిషయాలు అనేక వేలమందికి తెలుసు. దీనిలో నేను రహస్యంగాదాచినవి కొత్తగా యిప్పుడు చెప్పుతున్నవీ ఏమీ లేవు

మనకు లభ్యంకాని రహస్య సమాచారములమాట అటు ఉంచి, లభ్యమైన విషయములనే యింకా విపులీకరించి బొమ్మలు, సమీకరణలూ చేర్చిఉంటే యీ గ్రంథం యింతకు పదిరెట్లు పెరిగిఉండేది. విషయంతో పోల్చిచూస్తే యిది చాలా చిన్నపుస్తకం. క్రితం యాభై సంవత్సరములలోనూ పదార్థ విజ్ఞానశాస్త్రం ఎంతటి అభివృద్ధిని సాధించినదీ సామాన్యునికిగూడా తెలిసేటట్లు చేస్తుంది యీ గ్రంథం. విషయం బోధపడటానికి పాండిత్యం ఏమీ అవసరం లేదు.

పరమాణుశక్తికి సంబంధించిన సమస్యలనుగురించి ప్రజలు తెలివితేటలతో యోచించటానికి అవసరమైన నేపథ్యాన్ని సమకూర్చటమే నాయొక్క అభిలాష. పరమాణుశక్తి అనేది ఏదో రహస్యమైన విచిత్ర విషయంగా భావింపబడినంతకాలం, ప్రజల మనస్సులలోని భయాందోళనలు తొలగిపోవు. పరమాణుశక్తినిగురించి సందేహాలు తొలగించడానికి నాను ఉన్నవిషయాన్ని ఉన్నట్లుగా చెప్పడానికి ప్రయత్నించాను.

గోల్డన్‌ఫారం,
10—9—'46.

— సెలిగ్ హెకెట్.

సంస్కరణ ముద్రణకు తొలిపలుకు

కొలంబియా విశ్వవిద్యాలయంలో జీవతత్వ శాస్త్రాచార్యుడుగా ఉన్న డా॥ సెలిగ్ హెకెట్ 1947 లో తన 55 వ ఏట మరణించారు. ఆయన జీవతత్వశాస్త్రంలోనూ, అందులో ప్రత్యేకంగా కాంతి, తత్వ విజ్ఞానంలోను గొప్పపండితుడు అవటంమాత్రమే కాదు; తన తోటివారి బాధలపై అత్యంత సానుభూతి, మానవాళి భవితవ్యంపట్ల అపరిమిత శ్రద్ధాసక్తులూ గల మానవుడు. ఆయన రచించిన 'పరమాణు కథ' అనే గ్రంథాన్ని పరిష్కరించి నేటి ప్రపంచానికి తగిన విధంగా తీసుకురావలసిందని నాకు ప్రతిపాదింపబడినప్పుడు అందుకు నేను అంగీకరించాను. అది నా కర్తవ్యమనీ, ఆనందం కలిగించేవిషయమనీ నాకు తెలుసును. నేను మొదటిసారి అమెరికావచ్చి, న్యూయార్కులోని జనసందోహంలో ఒంటరిగా తికమకపడ్తున్న రోజుల్లో, అంతులేని సానుభూతితో స్నేహంతో ఆదరించిన మిత్రుని స్మృతి కిది కర్తవ్యం కదా !

అంతేకాదు, జనాదరణపొందిన విజ్ఞానగ్రంథాలలో అత్యుత్తమమైనదీ, చిక్కని చక్కనిశైలితో ఉత్సాహాసక్తులు రేకెత్తించేదీ అయిన యీ గ్రంథంతో నా పేరుగూడా జోడింపబడటం నాకు ఆనందదాయకం కదా !

మానవజాతి భవితవ్యంపట్ల రేకెత్తిన భయాందోళన ఫలితంగా 1946 లో డా॥ హెకెట్ యీ గ్రంథాన్ని రచించి ప్రకటించారు.

అణుశక్తితోపాటు విజ్ఞానశాస్త్రప్రపంచంలో ఒక నూతనశకం ప్రారంభం అగుటమాత్రమే గాక, ప్రపంచజాతులకూ, వాటి నాయకులకూ వారి వివేకసంపత్తికీ పరీక్షాసమయం ఆసన్నమైనదని అందరి శాస్త్రజ్ఞులతో పాటు ఆయనకూడా భావించారు. పరమాణువిచ్ఛేదనంవల్ల ఉత్పన్నమయ్యే అనంత విధ్వంసకశక్తినీ-అంతర్జాతీయ విద్వేషాలతో, విషరోషాలతో ఉడికిపోతూన్న మానవాళి ఎదుర్కొని, రాజ్యాలమధ్య అధికారప్రాబల్యంకోసం నగ్నంగా జరుగుతూన్న సంఘర్షణను నిలుపుచేయగలదా ?

ఇదే యిప్పటి ముఖ్యప్రశ్న. నిజమైన విజ్ఞానశాస్త్రజ్ఞునివలె డా॥ హెకెట్ గూడా వివేకానికంతకూ మూలం విజ్ఞానమనీ, పరమాణు స్వరూపం అంటే ఏమిటో, దానిని విచ్ఛేదంచేయటంవల్ల కలిగే సాధక

బాధకాలు ఏమిటో ప్రజలకు తెలియజెప్పినప్పుడే వారు ఆ సమస్యలను పరిష్కరించుకోగలుగుతారని విశ్వసించారు. ఈ విషయపరిజ్ఞానం కలిగి నంతమాత్రాన పుడమిపై శాంతిభద్రతలు తక్షణం స్థాపింపబడతాయని కాదు. కాగా అందుకై చేయవలసిన ప్రయత్నాలకు యిది ప్రథమ సోపాన మౌతుంది.

ఈ అభిప్రాయంతోనే 1945-1946 సంవత్సరాలలో అమెరికాలోని శాస్త్రజ్ఞులు మాతృదేశానికీ, సమస్తమానవాళికీ అణుశక్తివల్ల కలిగే కష్టనష్టా లనుగురించి వివరించడానికి పూనుకున్నారు. ఈ ఉద్యమం ప్రభావంవల్లనే, అణుశాస్త్రజ్ఞుడు కాకపోయినా డా॥ హోకెట్ యీ రంగంలో ప్రవేశించ టం జరిగింది.

ఈ పరమాణుయుగంలో మానవాళి మనుగడకుగాను, అన్ని తరహాల యుద్ధాలనూ పూర్తిగా నిషేధించాలనే వర్గానికీ-భూమండలంలో ఎక్కువ భాగాన్ని కబళించాలనే నియంతృత్వాధికార అరాచకశక్తులకూ 1945 నుండి సంఘర్షణ ప్రారంభం అయింది. జర్మనీ నియంతృత్వాధికారచర్యల వల్ల అపార కష్టనష్టములకు పాల్పడి, ద్వితీయప్రపంచ సంగ్రామ బీభత్స దృశ్యాలచే మనస్సు సంక్షోభపడిన డా॥ హోకెట్, పరమాణుశక్తిని అదుపులో పెట్టడానికి అంతర్జాతీయరంగంలో జరుగుతూన్న ప్రయత్నాల వైఫల్యాన్ని తెలుసుకోకపూర్వమే - పరమాణుబాంబుకన్నా భయంకర మైన ఉదజనిబాంబు మొదలైన థర్మోన్యూక్లియర్ అస్త్రాలు రూపుదోడగక ముందే ఆయన కన్నుమూశారు.

నాగరికమైన మానవజాతి యీవిధంగా ఆత్మహత్యాసదృశకరమైన మార్గంలో పడినప్పుడు ఉపేక్షవహించి, నిర్లిప్తంగా నిద్రించే అధికారం ఏశాస్త్రవేత్తకూ లేదు. పరమాణు విజ్ఞానాన్ని యింకా విస్తృతంగా ప్రచారం చేయడానికి తద్వారా విజ్ఞానశాస్త్రంయొక్క మార్గాలూ, ఆశయాలూ, సాధ్యాసాధ్యాలు తెలుసుకుంటానికి యీ గ్రంథం తోడ్పడుగాక! పర మాణు విచ్ఛేదంవల్ల ఉత్పన్నమయ్యే అఖండశక్తిని మానవజాతి సర్వనాశ నమునకు ఉపయోగించుకోవడమా, లేక మానవాళి కళ్యాణానికి వినియో గించుకోవడమా - అనే విషయాన్ని తేల్చుకోవలసిన మహూర్త మాసన్న మైనదనే యీ గ్రంథం ప్రజలను హెచ్చరించుగాక!

— యూజెనె రాబినోవిచ్.

ప్రస్తావన

విజ్ఞానశాస్త్రరహస్యములు : పరమాణుబాంబు.

1945 జులై 16 వ తేదీనాడు, సూర్యోదయానికి పూర్వము, కొందరు విజ్ఞానశాస్త్రవేత్తలు రక్షణశాఖాధికారులు, న్యూమెక్సికోలోని ఒక నిర్జనప్రాంతంలో గుమికూడారు. విజ్ఞానశాస్త్రసంబంధమైన మహత్తరప్రయోగమును ఒకదానిని ఆ ప్రాంతములో చేసి చూడడానికే వారు అక్కడ చేరారు. కీలక శిఖరమునకు ఎవరు ఎంతెంత దూరంలో ఉండాలో నిశ్చయించుకున్నారు. కొందరు 25 మైళ్ళ దూరాన మరికొందరు, 10 మైళ్ళ దూరాన్న స్థిరపడ్డారు. శిఖరమునకు అత్యంత సమీపంలో – 7 మైళ్ళ దూరాన ఉన్నవారు మట్టితోను కొయ్యదుంగలతోను నిర్మింపబడిన భూగృహంలో తల దాచుకున్నారు.

నిర్ణీతసమయానికి ఎవరో విద్యుత్ మీటను నొక్కారు. దానితో ఒకదాని తర్వాత ఒకటిగా వరుసక్రమంలో అనేక వింత సంఘటనలు పొడగట్టాయి. ఈ ప్రయోగనిర్వహణ నిమిత్తమై అనేక యంత్రాలు నెలకొల్పబడిఉన్నాయి. ముందుగా ఊహించినట్లే, సరిగ్గా అనుకున్న నిర్ణీతసమయానికి – ఒక బ్రహ్మాండమైన వెలుగు మిరుమిట్లుగొల్పుతూ మెరుపులా

కురిసింది వెనువెంటనే విపరీతమైన ఉష్ణము ఉత్పత్తిఅయింది. కొన్ని సెకండ్ల తరువాత ఫెళఫెళార్భాటంగా మిన్నువిరిగి మీదపడుతున్నట్లు చప్పుడయింది. ఈ ప్రయోగం జరిగిన స్థలానికి 10 మైళ్ళ దూరంలోఉన్న ఒక శాస్త్రపరిశీలకుడు, ఆ సమయంలో నేలమీద బోర్లబొక్కలా - ముఖం నేల వేపుకు, మెడ పైవేపుకు ఉండేటట్లు పడుకునిఉన్నాడు. ప్రయోగం జరిగిన మరుక్షణంలోనే - తన ఒంటినున్న చర్మానికి దగ్గరలో కణకణలాడే మండు ఇసుపకడ్డీలను ఉంచినట్లుగా అనిపించిందని ఆయన అన్నాడు. మొట్టమొదటి పరమాణు బాంబు ప్రయోగపరిశీలనార్థమై యీవిధంగా పేల్చబడింది.

కొన్నివారాల తర్వాత హిరోషిమామీద ఒకటి, మరికొన్నివారాల తర్వాత నాగసాకిమీద మరొకటి పరమాణుబాంబులు ప్రేల్చబడ్డాయి. ఇక ఆ తర్వాత ప్రయోగ పరిశీలనకోసము డజన్లకొలదీ పరమాణుబాంబులు అంతరిక్షంలోను, భూగర్భంలోను, సముద్రగర్భంలోనూ పేల్చారు. ఈ ప్రయోగములకొరకు పసిఫిక్‌లోని బికినిఎటోల్, ఇనివెటక్ ద్వీపములను, నెవేడాలోని నిర్జనప్రాంతములను అమెరికనులు ఉపయోగించారు. సోవియట్ రష్యాలో జరుపుతూఉన్న పరమాణు అస్త్రప్రయోగములను గురించిన విశేషములను ఇతర దేశములలోని పరిశీలకులు ఎప్పటికప్పుడు గ్రహిస్తూనేఉన్నారు. గ్రేట్ బ్రిటన్ 1952 లో ఆస్ట్రేలియా పశ్చిమ తీరమునకు దూరముగానున్న ద్వీపములో ప్రథమ పరమాణుబాంబును పేల్చినది. మరుసంవత్సరం మరి రెండు బాంబులను దక్షిణ ఆస్ట్రేలియాలోని ఒక ఎడారిలో పేల్చి పరిశీలనలు జరిపింది.

భూమిమీద పేల్చిన పరమాణుబాంబు ఏ స్వరూపాన్ని దాలుస్తుందో మనందరికీ తెలుసు. దట్టమైన పొగతో కుక్కగొడుగు ఆకారంలో ఈ స్వరూపం గాలిలో షుమారు 40,000 అడుగుల ఎత్తుకు ఎగసి నెమ్మదిగా విస్తరించటం ప్రారంభిస్తుంది. ప్రేలుడు సంభవించిన స్థలమునకు చుట్టుప్రక్కల అనేక మైళ్ళ వరకు ఇల్లు, చెట్లు చేమలు నులమలమాడి నామరూపాలు లేకుండాపోతాయి. ఇనప కట్టడాలు అష్టవంకరలు తిరిగి వికృత రూపాలుదాల్చి నేలమీద చెల్లాచెదరుగా పడిఉంటాయి. ఇదే విధంగా నీటి అడుగున పేల్చిన పరమాణుబాంబు ఏ రూపాన్ని ధరిస్తుందోగూడా మనకి తెలుసు. ఒక మైలు వెడల్పున అనేకతాళ్ళ ప్రమాణాన నిట్టనిడువుగా బ్రహ్మాండమైన స్తంభాకారంలో నీరు పైకిలేస్తుంది. వెనువెంటనే రేడియో ధార్మికత ఆవేశించిన నీటితుంపరులు జల్లులు జల్లులుగా అనేక మైళ్ళ వరకు విరజిమ్మబడతాయి.

హిరోషిమా నగరంమీద పరమాణుబాంబు ప్రయోగం జరిగిన వెనువెంటనే 50.000 మంది ప్రజలు మరణించారు. బ్రతికి బయటపడినవారిలో మరొక 50 వేలమంది ప్రజలు రేడియో ధార్మికత ప్రభావానికిలోనై కొలది కాలంలోనే మృత్యువువాత పడ్డారు. నెలలుగడుస్తున్నకొద్దీ వేల సంఖ్యలో ప్రజలు చనిపోతూనేఉన్నారు. ఈ పరమాణుబాంబు ప్రయోగ ఫలితం ఎంతకాలం వరకు నిలిచిఉంటుందో తెలుసుకునే అవకాశంలేదు. 1954 సంవత్సరమునకు హిరోషిమా నాగసాకీలలో మిగిలిఉన్న ప్రజల ఆరోగ్యం కుదటపడి యథాస్థితికి వచ్చింది. ఆ ప్రజల సంతతి విషయంలోకూడా ఎట్టి విపరీత

ములు గోచరించలేదు. అంత మాత్రంచేత, ముందు తరాల వారిలో స్వల్పతరమైన వైపరీత్యములు గోచరించవని యిప్పుడే స్పష్టంగా చెప్పుటకు వీలులేదు. మున్ముందు జరిగే యుద్ధాలలో పరమాణుబాంబు ప్రయోగమువలన, దేశములో అధిక ప్రాంతము రేడియో ధార్మిక ప్రభావమునకు గురిఅయితే, జాతియావత్తూ అనేక అనర్థకములకు వైపరీత్యములకు లోనయ్యే ప్రమాదం ఉన్నది.

పరమాణుబాంబు ప్రయోగ దుర్ఘటనా ఫలితంగా 1945 మొదలు ప్రపంచ ప్రజల మనస్సునకు ప్రశాంతత లేకుండాపోయినది. ప్రజలు యిట్టి సంఘటనకు సంసిద్ధులైలేరు. జాతీయ రంగంలోను, అంతర్జాతీయ రంగంలోను, పరమాణుబాంబు ప్రయోగంవలన కలిగే ఫలితాలు ఎట్లా ఉండగలవోనని వారు భయభ్రాంతులయ్యారు. కుప్పతిప్పలుగా వెలువడిన కరపత్రాలు, వ్యాసాలు, చర్చలు, పరమాణుశక్తిని గురించి ప్రజలలోగల మూఢఉద్దేశ్యాలను తొలగించివేశాయి; పరమాణుశక్తికి సంబంధించిన సమస్యలేవో, వాటికి తగిన పరిష్కారమార్గాలేమిటో సూచించాయి. కాని యిప్పటికీ ప్రజలలో పరమాణుశక్తి ఉత్పత్తి, స్వభావము మొదలైన విషయాలను గురించి విచిత్రమైన అభిప్రాయాలు పాతుకుని ఉన్నాయి.

పరమాణు శక్తి విషయాలను గురించి శాసనసంబంధమైన పరిజ్ఞానం నాకు కొంతఉంది. నేను అనేకమంది పెద్దలతో యీవిషయాన్ని గురించి ముచ్చటించాను. కాని విచిత్రమేమంటే చాలమందికి పరమాణుశక్తి విడుదలకు ఆలంబనమైన మూలసూత్రాలేమిటో బొత్తిగా తెలియనే తెలియదు. జాగా

చదువు సంధ్యలు అబ్బినవారికిగూడా పరమాణుశక్తిని గురించిన పరిజ్ఞానం బొత్తిగా తక్కువే అని చెప్పవలసివుంది. ఆలోచనలకు కూడా అంతుచిక్కని సర్వనాశనకారియగు యీమారణాయుధాన్ని గురించి మనమంతాగూడా నిర్ణయాలు తీసుకోవలసి ఉంది. అయితే ఈనిర్ణయాలు బొత్తిగా అజ్ఞానంతో తీసుకొనేవిగా ఉండకూడదు. పరమాణుశక్తి ఉత్పత్తిని గురించి ప్రభావాలను గురించి ప్రజలకు బోధించాలి. వారు యీవిషయాలు తెలుసుకోవాలి.

పరమాణుశక్తికి సంబంధించిన విషయాలన్నీ ఏదో పరమ రహస్యంగా భావించేవారు లేకపోలేదు. పరమాణుశక్తిని గురించిగాని, పరమాణు బాంబును గురించిగాని, ఏవిధమైన మహత్తర రహస్యములు లేవని యీ పుస్తకం తేటతెల్లం చేస్తూంది. అయినప్పటికీ – దీనికి సంబంధించిన శాసనాలు లేకపోలేదు. కాంగ్రెస్‌లో ప్రవేశపెట్టిన అనేక బిల్లులలో – పరమాణుబాంబు నిర్మాణమునకు సంబంధించిన రహస్య సమాచారమును బయటపెట్టే వారికి మరణదండన విధించాలనే బిల్లుగూడా ఒకటి ఉంది. పూర్వచరిత్రఅనేది ఎవ్విధమైనదీ లేకుండా–పరమాణుశక్తి హఠాత్తుగా దానంతట అది విడుదలై విరుచుకు పడింది, అనే భావముతో యిలాంటి శాసనాలకు ఒడి కట్టుతున్నారా అనిపిస్తోంది. అంతేకాదు ఈ విషయాన్ని అట్లా నమ్మే ప్రజలుకూడా అనేకులు ఉన్నారు. ఈలాంటి నమ్మకాలకు వార్తాపత్రికలలో ప్రచురింపబడే కట్టు కథలు కూడా ఎంతో దోహదం చేశాయి. కొత్త యంత్రాలను కనిపెట్టేవాడో, శాస్త్రజ్ఞుడో ఆచార్యుడో, లేక ఏదీర్ఘ శిరోజముల

పెద్దమనిషో-బుర్రలో వెర్రిమొర్రి ఆలోచనలు రేపుకొంటూ ఉండటంవల్ల-హఠాత్తుగా ఏదో ఒక ఆలోచన ఫలించి యిటువంటివి ఒనగూడుతూ ఉంటాయి-అని గూడా మనకి మనసులో అనిపించవచ్చు. బహుశః ఈ వెర్రిమొర్రి ఆలోచనలలో ఒకదానికి ఫలితమే యీపరమాణు బాంబు అయిఉండవచ్చును.

నిజం చెప్పవలసివస్తే, మన్‌హట్టన్ జిల్లా శాస్త్రజ్ఞులందరూ 'దీర్ఘశిరోజాలు' (Long hairs) అనే పేరు నార్జించారు. నా స్నేహితులలో ఒకడు పరమాణు కర్మాగారంలో సలహాదారుగా ఉండేవాడు. తరుచు అతను ఒక మంగలి షాపుకు వెళ్ళేవాడు. దీర్ఘశిరోజాలను గురించి అక్కడవిని అది చాలా సీరియస్ విషయంగా తీసుకొనేవాడు. తన క్రాపు సాఫుగా శుభ్రంగాఉన్నంతవరకు తనకు, తన సహాధ్యాయులకు అభ్యంతరం కలిగించదని, అయితే సైనిక సంబంధమైన వ్యవహారాలలో మాత్రం దీర్ఘశిరోజముల పేరుతో పిలుస్తే సహించేది లేదని ఆయన వ్యాఖ్యానించాడు.

ప్రచారంలో ఒక కథ ఉన్నది: దీర్ఘశిరోజాలలో ప్రథమ శ్రేణికిచెందిన ప్రఖ్యాత విజ్ఞానవేత్త ఆల్‌బర్ట్ ఐన్‌స్టీన్ పరమాణుబాంబు విషయమై తనకుగల అభిప్రాయాన్ని ప్రెసిడెంట్ రూజ్‌వెల్టుకు నివేదించాడు. నిర్మాణపు ఖర్చులకుగాను షుమారు రెండు బిలియన్ల డాలర్లు వెచ్చించవలసిఉంటుందని అంచనా యిచ్చాడు. రూజ్‌వెల్టుకు క్రొత్త విషయాలను గురించి మంచి ఉత్సాహంఉంది. అద్భుతమైన దూరదృష్టి కూడా ఉంది. అందువల్ల - సరే ఓ పాచిక విసరిచూద్దాం అనుకున్నాడు. పరమాణుబాంబు నిర్మాణ కార్యకలాపాన్ని

ప్రారంభించవలసిన భారం ఒక ప్రముఖ మిలిటరీ అధికారిపైన ఉంచాడు. ఆ అధికారి, శాస్త్రవేత్తలను, ఇంజనీర్లను సమావేశపరిచాడు. ప్రయోగశాలలను, కర్మాగారాలను నిర్మించాడు. జపాను దేశస్థులపాలిట గొడ్డలిపెట్టుగాను, అమెరికన్ వాణిజ్యమునకు వరప్రసాదముగాను పరమాణుబాంబును సృష్టించాడు.

దీర్ఘశిరోజాల రహస్యం, ప్రెసిడెంట్ రూజ్ వెల్ట్ వేసిన పాచిక, మిలిటరీ అధికారిహోదా – ఇదంతా తప్పిదమనే అనాలి. అనేక కారణాలవల్ల యిది తప్పు అని అనవలసి వస్తోంది. పరమాణుశక్తి అనేది అప్పటికప్పుడు ఉద్భవించినది కాదు. అనేక సంవత్సరములుగా అనేకమంది ఈ పరమాణుశక్తి విషయమై విరివిగా పరిశీలనలు జరుపుతున్నారు, చర్చలు సాగిస్తున్నారు. పరమాణుశక్తి అనే మాటగూడా ఎంతో కాలంగా ప్రచారంలో ఉన్నది ఈ క్షేత్రంలో యాభై సంవత్సరములనుంచి శాస్త్రవేత్తలు కృషిచేస్తూఉన్నారు. ఈ విషయాన్ని గురించి అనేక కరపత్రాలు వెలువడ్డాయి. పరమాణుశక్తికి ఒక క్రమమైన చరిత్ర, పరిణామాభివృద్ధిఉన్నాయి. ఈ చరిత్రను గురించి, పరిణామాన్ని గురించి ప్రపంచంలో ప్రజలనేకులకు తెలుసు. ఏ సమయంలో దీర్ఘశిరోజముల శాస్త్రవేత్త, ప్రెసిడెంట్‌కి పరమాణుబాంబు నిర్మాణావసరాన్ని గురించి సలహాయిచ్చాడో సరిగ్గా అదేసమయాన డెన్మార్కు, ఇంగ్లండ్, ఫ్రాన్స్, జర్మనీ మొదలైన దేశాల్లోగూడా యిదే రంగంలో కృషి ప్రారంభం అయింది.

వార్తాపత్రికలద్వారా ప్రజలు గ్రహించేది చాలా ప్రమాదహేతువు. అంతేకాక అది సరియైన మార్గముకూడా కాదు. ఎందువల్లనంటే వార్తాపత్రికలలోని రచనలు రెండు బిలియన్లడాలర్లు ఖర్చుచేస్తే మనకు లభ్యంకానిది ఏదీఉండదు అనే అభిప్రాయాన్ని కలుగజేశాయి. రెండు బిలియన్ల డాలర్ల ఖర్చుతో మనం యిదివరకులేని పరమాణుశక్తి ఉపయోగాన్ని, పరమాణుబాంబు నిర్మాణాన్ని సాధించగలిగాము అంటే—ఆరెండు బిలియన్ల డాలర్లతోనూ మనం కాన్సర్ వ్యాధిని నివారించవచ్చును. హృద్రోగములను కుదర్చవచ్చును. ఇంకా అనేక దారుణరోగములకు చికిత్సలు చేసుకొనవచ్చును. ముందుకునడుద్దాం పదండి! ధనాన్ని సేకరిద్దాం. ఒకనిర్వాహకుణ్ణి, శాస్త్రజ్ఞుల్ని ఒకచోటచేరుద్దాం. అంతా సక్రమంగా కొనసాగిపోతుంది.

1936 వ సంవత్సరంలో ప్రపంచంలోఉన్న ధనమంతా వెచ్చించినా ఒక్క పరమాణుబాంబు నిర్మించడానికి గూడా సాధ్యమయ్యేది కాదనే విషయం మనం గ్రహించాలి. పరమాణుశక్తినిగురించి ప్రజలకు తెలుసు. దాని లక్షణాలను గురించి గూడా అనేక విషయాలు చాలమందికి తెలుసు. ప్రయోగశాలల్లో స్వల్ప పరిమాణాల్లో ఈశక్తి విడుదల అయ్యేది. సూర్యునిలోను, నక్షత్రాలలోను భారీఎత్తున విడుదల అయ్యేశక్తినిగురించి శాస్త్రజ్ఞులు పరిశోధనలు జరుపుతునే ఉన్నారు, కాని భూమిమీద భారీఎత్తున ఈ పరమాణుశక్తిని విడుదల చేయడానికి అవసరమైన విజ్ఞానము, ప్రయోగసన్నాహము, 1936 వ సంవత్సరంలో లేనేలేవు. ఆ సమయంలో

రెండు బిలియన్ల డాలర్లు వెచ్చించి పరమాణుబాంబు తయారు చేయడానికి ఎవరూ సిద్ధపడేవారు కారు. వాణిజ్యానికీ, వైద్యానికీ ప్రజలకూ విజ్ఞానశాస్త్రంతో గల సంబంధబాంధవ్యాలను అర్థం చేసుకోవాలంటే, యీవిషయం మనం ముఖ్యంగా గమనించాలి. ఏదైనా వినియోగంలోకి రావాలంటే ముందు దానికి సంబంధించిన విజ్ఞానం ఉండాలి. విజ్ఞానశాస్త్ర ప్రయోగపురోగమనమునందు ఒకానొక ఘట్టములో ఆయా శాస్త్రఫలితములకు సంబంధించిన పూర్తి విజ్ఞానం లభ్యమౌతుంది. అయితే ఆ ఘడియ ఎప్పుడు వస్తుందో ముందుగా ఎవరూ చెప్పలేరు. ప్రయోగ ఫలితాలను బట్టి మంచి చెడులు పూర్తిగా తెలుసుకున్న తర్వాతనే ఆ పరిశోధన తాలూకు విజ్ఞానాన్ని ఆచరణలో పెట్టవలసి ఉంటుంది. 'ఫలితం యిదే' అని యితమిద్ధంగా తేల్చుకున్న తర్వాతనే-దానిని ఉపయోగించుకునే విధానాన్ని గురించి శ్రద్ధతీసుకోవాలి.

1936 లో మనకి తెలియని విషయాలు 1939 లో ఏమి తెలిశాయి? 1935 లో పరమాణు బాంబునిర్మాణ సన్నాహానికి ఏ ఏ పరిస్థితులు అనుకూలించలేదు? అదే 1939 లో ప్రారంభించడానికి ఏ ఏ పరిస్థితులు అనుకూలించాయి? యురేనియం మూల పదార్థములోని పరమాణువుల విచ్ఛేదం-దాని నుండి విడుదలఅయిన న్యూట్రానులు, ఈకార్యరంగంలో అభివృద్ధికి బీజంనాటాయి అని చెప్పవచ్చును. అయితే ఈపదాలు వాటంతట అవి అర్థవిహీనములుగా తోచవచ్చును. ఈమాటలతో పాటు యిటీవల తరుచు వార్తాపత్రికలలో కనిపించే యితర పదాలు-ఐసోటాప్స్, ఐన్‌స్టీన్ సమీకరణము, ప్రోటా

నులు, ప్లుటోనియం మొదలైనవిగూడా అర్థవిహీనంగానే అని పిస్తాయి.

వస్తువులు, ఉద్దేశ్యాలు సూచించే ఈ పదాలు మన్‌హాటన్ జిల్లావారిచేమాత్రమే కనిపెట్టబడ్డవికావు. రంగంమీద హఠాత్తుగా ఈపదాలు ప్రవేశింపలేదు. మానవజాతి చరిత్ర సంపుటిలో విజ్ఞానశాస్త్రమనే ఒక మహాద్భుతమైన అధ్యాయం నుండి ఈ పదాలు రూపుదాల్చి బయటకు వచ్చాయి. పదార్థ విజ్ఞానశాస్త్ర సాగరములో యాభై సంవత్సరాల నుంచి నెమ్మదిగా పైకిలేస్తూ యిప్పటికి సంపూర్ణ స్వరూపముదాల్చిన తరంగ ఫలితమే-పరమాణుబాంబు నిర్మాణము, పరమాణుశక్తి విడుదల. పరమాణుశక్తిని గురించి అర్థంచేసుకొనవలెనంటే, ఆ తరంగముయొక్క ఉత్పత్తి, గతి, ధర్మాలు తెలుసుకోవాలి. అంటే దాని అర్థం పరమాణునిర్మాణం తెలుసుకోవడ మన్నమాట.

I

ఏకజాతికణములు కలిగిన బంతి - - పరమాణువు

1. పరమాణువు లెందుకు ?

పరమాణుశక్తి, పరమాణుబాంబులను గురించి మాట్లాడేటప్పుడు - యీనూతన ప్రచండశక్తులు, పరమాణు అంతర్నిర్మాణమునుండి విడుదల అవుతాయనే విషయం మనకు చూచాయగా తెలుసును. ఇంతటితో మనం ఆగిపోతాము. పరమాణుఅంతర్గత కార్యకలాపం సంగతి అట్లాఉంచి, అసలు పరమాణువు లనేవి ఉన్నట్లుగా నువ్వు ఎట్లా తెలుసుకున్నావని ఎవరన్నా అడిగితే, ఉన్నపాళాన వెంటనే మనం జవాబు చెప్పలేక పోవచ్చును. పరమాణు ఉనికినిగురించి ఊహించటం ఐనా సర్వసామాన్యులకు మిగతా విషయాలు తెలియవు.

పరమాణువులను గురించి మనం ఎందుకు మాట్లాడతాము. పదార్థములన్నీ అనేక పరమాణువుల కూడికవల్ల ఏర్పడిన వని ఎందుకుఅంటాము? బల్ల, కుర్చీలలాంటి వస్తువులు ఇనుము,పంచదారలాంటి పదార్థములు అవిరామ (Continuous) రూపంలో కనిపిస్తాయి. నీరు, నీరుఉన్న గ్లాసుకూడా అవిరామ పదార్థాలుగా కనిపిస్తాయి. గ్లాసుకనక అవిరామ పదార్థము కాకపోతే నీరు దానినుండి బయటకు వచ్చేస్తుంది.

అవిరామ స్వరూపాలుగా కనిపించే వస్తువులు, పదార్థాలు, యదార్థానికి వాటి నిజమైన నిర్మాణమును సూచించేవి కావని, క్రీస్తుకు 400 సంవత్సరములకు పూర్వమే డెమొక్రటస్ అనే తత్వవేత్త అనుమానించాడు. యదార్థానికి, పదార్థమనేది విరామ (Discontinuous) స్వరూపమై ఉండవచ్చునని ఆయన సూచించాడు. పదార్థములన్నీ అతిసూక్ష్మమైన భాగాలతో నిర్మింపబడతాయనీ, ఆ భాగాలను అంతకంటే సూక్ష్మతరం చేయడానికి వీలుకాదేమోనని ఆయన ఊహించాడు. ఈ భాగాలను ఆయన పరమాణువులని పేర్కొన్నాడు. డెమొక్రిటస్‌కే యిలాంటి విచిత్రమైన ఆలోచన తట్టడానికి కారణం ఏమిటి?

సర్వసామాన్యమైన అనుభవమే దీనికి జవాబు నివ్వగలదు. మనం నిత్యం వాడుకునే ఉప్పును నీటిలో వేస్తే అది కరిగిపోయింది. కాఫీలో పంచదార కరిగిపోతుంది. అదే విధంగా సర్వసామాన్యమైన అనేక వస్తువులు, నీళ్ళలోగాని ద్రవపదార్థాలలోగాని వేస్తే కరిగిపోతాయి. పైకి కనపడే విధంగా నీరే గనక అవిరామమైతే, ఉప్పుగాని పంచదారగాని దానిలో కరిగేందుకు తావేఉండదు. నీళ్ళలో రంధ్రాలుఉండి తీరాలి. పైగా నీటి రంధ్రాలలో జొరబడగలిగినంత సూక్ష్మాతిసూక్ష్మంగా ఉప్పు పంచదారల కణాలు ఉండితీరాలి. అట్లా ఉంటేనే ఈ పదార్థాలు నీటిలో కరిగి కంటికి కనిపించకుండా మాయమౌతాయి.

మరొక అనుభవంద్వారా యీ విషయాన్ని మరింత చక్కగా తెలుసుకోవచ్చును. ఒక గ్లాసులో నీరు తీసుకుని,

ఏదైనా రంగుపదార్ధ స్ఫటికాన్ని గ్లాసు అడుగుభాగాన ఉంచండి, అతినెమ్మదిగా, ఏ విధమైన కదలికా అవసరం లేకుండానే రంగు, నీళ్ళలో కరిగి అంతటా విస్తరించటం ప్రారంభిస్తుంది. ఈ కార్యకలాపం త్వరితగతిని పూర్తిచేయడానికి నీళ్ళను రంగు ద్రవాన్ని మనం కలియబెట్టుతాము. పర్యవసానం ఏమంటే నీటికి బదులు గ్లాసులో పూర్తిరంగు ద్రావకం ప్రత్యక్షమౌతుంది. ఒకదానితో ఒకటి పెనవేసుకొని సమైక్యం కాగలిగినంత అతిసూక్ష్మకణములతో రంగుపదార్థం, నీరు నిర్మింపబడి ఉన్నాయన్నమాట. రంగు కరగటం ప్రారంభంకాగానే నీటి కణాల మధ్యనున్న ఖాళీజాగాలలో జొరబడి సమైక్యమైపోయింది.

సామాన్యంగా మనఎరికలోనున్న మరొక అనుభవాన్ని గుర్తుకుతెచ్చుకుందాం. ఒక లోటా నీటిలో మరొక లోటా ఆల్కహాలును కలిపితే వచ్చే మిశ్రమ పరిమాణం రెండు లోటాల పరిమాణానికన్నా తక్కువగా ఉంటుంది. నీటి కణముల మధ్యనున్న జాగాలలోకి కొంతభాగం ఆల్కహాలు జొచ్చుకుపోతుంది, అదేవిధంగా ఆల్కహాలు కణముల మధ్యనున్న జాగాలలోకి కొంత భాగం నీరు జొరబడుతుంది.

ఈ విధంగా సంభవించటం ఒక్క నీటిలోను ద్రవముల లోనేకాదు; గాలిలోను, ఘనపదార్థములలోనుగూడా యీ విధంగానే జరుగుతూంది. ఉదయాన్న ప్రక్కఇంట్లో చేస్తున్న వేపుడు వంటతాలూకు సువాసన, గాలిలో విస్తరించి చివరకు మన నాసికా ద్వారాలను తట్టుతుంది. కాబట్టి గాలిలో ఖాళీ

జాగాలు ఉండితీరాలి ఈ రంధ్రాలద్వారానే సువాసన విస్త రించి మనదాకా వస్తుంది

వాడిగాను పరిశుభ్రంగాను ఉన్న ఒక బంగారు కడ్డీ అంచును ఆదేవిధమైన వెండి కడ్డీ అంచుతో దగ్గరగా తాకించి ఒత్తిడి నుపయోగించి కొన్ని నెలలపాటు అట్లాఉంచి, తర్వాత విడదీసి చూస్తే బంగారుకడ్డీలో వెండి కణాలు, వెండి కడ్డీలో బంగారుకణాలు కనిపిస్తాయి. బంగారు వెండికణాలు సరిహద్దును దాటి వలసపోయినవి. వాయువు మరొకవాయువులో విస్తరించు నట్లుగాను, ఘనపదార్థాలు ద్రవములలో కరుగునట్లుగాను, ఘనపదార్థాలలోకి చొచ్చుకొని పోగలవు.

దీనినిబట్టి పదార్థముల స్వరూపం యథార్థం కాదని తెలుస్తుంది. అవిరామస్వరూపంతో ఉన్నట్లుగా పదార్థాలు మనకు భ్రాంతిని కలిగిస్తాయి. అన్నిపదార్థాలలోను-అవి ఘన పదార్థాలలో సహితం అంతులేనన్ని రంధ్రాలు ఉన్నాయి. పదార్థములోని అంతర్భాగములైన-కణములనే పరమాణువు లంటాము. పరమాణువుకు పరమాణువుకు మధ్యగల రంధ్రా లనే ఖాళీజాగాలని చెప్పవచ్చును.

2. పరమాణువులు, అణువులు

విస్తరించుట, ఒకదానిలో నొకటి చొచ్చుకొనిపోవుట అనెడు పదార్థస్వభావ ప్రకృతిననుసరించి పరమాణువుల ఉనికిని మనము ఊహించ వచ్చును. పరమాణువుల స్వభావాదులను గురించి క్షుణ్ణంగా తెలుసుకోవడానికి యింకా అనేక దృష్టాంత రాలు ఉన్నాయి. ఈ కారణాలను అర్థంచేసుకొనడానికి వీలుగా

పదార్థముయొక్క ధర్మాలు ఏమిటో మనం అధికంగా తెలుసు కోవలసి ఉంది.

కొయ్య, రొట్టె, చిక్కుళ్ళు, జున్ను, పంచదార, శిరోజాలు మొదలైన సర్వసామాన్యమైనవస్తువులతో కథ ప్రారంభించటం మంచిది. ఈ పదార్థాలను కాల్చినా మాడ్చినా వీటి నుంచి అంగారము లేక బొగ్గు లభ్యమౌతుంది. ఈబొగ్గు ఏవస్తువు నుంచి వచ్చినదైనప్పటికీ, పరిశుభ్రపరచి శుద్ధిచేసి చూస్తే ఒకే లక్షణం కలిగి ఉంటుంది. కొయ్యలోగాని, పంచదారలోగాని బొగ్గు ప్రప్రథమంనుంచీ ఉన్నదా లేక కాల్చినప్పుడు ఉత్పత్తి అయినదా అనే ప్రశ్నకు జవాబు ఏనాడో లభించినది. కాల్చబడక పూర్వమే పదార్థంలో కర్బనం ఉన్నదని మ కి తెలుసు. అది ఎందువల్లనో ముందుముందు తేటతెల్లమౌతుంది.

ఆమ్లములు లేక అమోనియా మొదలైన క్షారములు, బెన్‌జైన్, లేక డజన్లకొద్ది ఇతరఏజంట్లతో కర్బనమును మరిగించి మార్చడానికి ప్రయత్నించినా, దానిలో ఏవిధమైన మార్పు సంభవించదు. ఎన్ని రకాల ప్రయత్నించినా చివరకు అది కర్బనంగానే తిరిగి వస్తుంది. కర్బనం తనయొక్క స్వరూపాన్ని ధర్మాలను మార్చుకునేటట్లు చేయటం మన తరంకాదు. అది కర్బనంగానే ఉండిపోతుంది గాలిలో విపరీతంగా కాల్చినప్పుడు అది వాయురూపంలోకి నెమ్మదిగా మాయమౌతుంది. ఈ వాయువును బంధించే దానినుండి కర్బనమును తిరిగి తయారు చేయవచ్చును.

వెన్న మొదలుకొని చలువరాతివరకును గల అనేక సామాన్యపదార్థాలలోను,సంకీర్ణపదార్థములలోను ఈ కర్బనం

నిగూఢంగా ఉంటుంది. ఈ పదార్థాలలోనుంచి బయటకు లాగి కర్బనం తన యథాపూర్వక స్వరూపాన్ని ధర్మాల్ని తాల్చేటట్లు చెయ్యవచ్చును. దీనిని యింతకన్న సున్నితమైన పదార్థంగా మార్పుచెయ్యడానికి వీలులేదు-కాబట్టి కర్బనం అంటే ఒక అవిభాజ్య ప్రాథమిక పదార్థం అనవచ్చును.

అనేక రకములైన సంకీర్ణపదార్థములనుండి కర్బనం బయటికి వచ్చేటట్లుగానే – తగరము, రాగి, బంగారము, గంధకము, ఉదజని, హీలియం, ఇనుము, పాదరసము మొదలైన ప్రాథమిక పదార్థములను ప్రపంచమునందు అధిక సంఖ్యలో లభించే వస్తువులనుంచి పొందవచ్చును. ప్రతి పదార్థానికీ అద్భుతమైన లక్షణాలు, ధర్మాలు ఉన్నాయి. ఒక ప్రాథమిక పదార్థానికీ మిగతా పదార్థాలకీ ఎక్కడా పోలికే ఉండదు. దేని ప్రత్యేక లక్షణాలు దానికి ఉంటాయి. ఏ రసాయనిక కార్యకలాపమూ ఒక ప్రాథమిక పదార్థాన్ని మరొక ప్రాథమిక పదార్థంగా మార్చలేదు. ఎంతటి విపరీతమైన రసాయనిక చర్యా కర్బనాన్ని బంగారంగాను, గంధకాన్ని పాదరసంగానూ, సల్ఫరు వెండిగాను మార్చలేదు. అవి ఏకరూప ప్రాథమిక పదార్థములు. 1940 సంవత్సరానికి ఇలాంటి తొంభై రెండు పదార్థాలను గురించి శాస్త్రజ్ఞులకు తెలుసును. ఈ పదార్థాలను రసాయన మూలపదార్థములనీ, క్లుప్తంగా మూల పదార్థములనీ అంటారు. పరమాణుబాంబు నిర్మాణ కార్య క్రమాభివృద్ధి కారణంగా మరొక ఏడు మూలపదార్థాలు బయటికి వచ్చాయి. ఇవి ప్రకృతిలో ఎక్కడా లభ్యంకావు;

మానవుడు తయారుచేసిన రసాయన మూలపదార్థములు అని వీటిని అనవచ్చును.

ప్రపంచంలో అసంఖ్యాకంగా కనిపించే రకరకాల వస్తువులూ, ఈమూలపదార్థములు రెళ్ళు, మూళ్ళు, నాలుగులూ, ఐదులూ కలియటంవల్లనే ఏర్పడుతూ ఉన్నాయి. కర్బనం, ఉదజని, ప్రాణవాయువు కలియకవల్ల పంచదార తయారైంది. సున్నం, కర్బనము, ప్రాణవాయువు కలిసి చలవరాయి తయారైంది. సిలికాన్, ప్రాణవాయువు కలిసి ఇసుక తయారైంది. ఈవిధంగా తొంభైరెండు మూలపదార్థాల వివిధసమ్మేళనము వల్ల ఈసృష్టిలోని పదార్థములన్నీ రూపొందాయి.

మూలపదార్థములన్నీ ఏకరూపధారు లవటం, ప్రత్యేక లక్షణాలు కలిగిఉంటటంవల్ల – (పదార్థమంతా పరమాణు కణములచే నిర్మింపబడినదని మనం గ్రహించేఉన్నాం –) ప్రతి మూలపదార్థములోను చేరి ఉన్న పరమాణువులుకూడా ప్రత్యేకలక్షణాలుకలవిగా ఊహించటం సమంజసమనితోస్తుంది. ఈవిధంగా రాగి, కర్బనము, బంగారము, వెండి, ఉదజని, అల్యూమినియం మూలపదార్థాలలోని పరమాణువులు, వేటికవి ప్రత్యేకత కల్గిఉన్నట్లు మనం ఎంచవచ్చును. తొంభైతొమ్మిది మూలపదార్థములలోనూ, తొంభైతొమ్మిది రకముల ప్రత్యేకధర్మాలుగల పరమాణువులున్నాయని ఊహించవచ్చును. ఈ ఊహాగానంయొక్క యదార్థస్వరూపం, కథ ముందుకు నడుస్తున్నకొద్దీ విపులంగా విశదమౌతుంది.

ప్రపంచంలోని అన్నివస్తువులూ రసాయన మూలపదార్థాల సమ్మేళనంవల్ల సిద్ధించినవే. కుండలు, కుర్చీలు

...వంపేడ్లు, రగ్గులు మొదలైన వస్తువులు. ఇనుము, కొయ్య, పార్చ్‌మెంట్ పత్తి, ఊలు మొదలైనపదార్థాలతో నిర్మింపబడ్డాయి. ఈ పదార్థాల నిర్మాణంలో స్వతస్సిద్ధమైన సంకీర్ణత ఉన్నది. ఉదాహరణకు కొయ్యను తీసుకుందాము. అది అంతటా ఒకేవిధంగా ఉండదు. గట్టివి, మెత్తనివి అయిన నారలఅల్లికలవల్ల దానిలో చిన్నగింజలులాంటివి ఏర్పడతాయి. ఈ అల్లికల మార్పులవల్ల కొయ్యలోగూడా అనేకరకాలు ఏర్పడుతున్నాయి. అందువల్ల కొయ్యను ఏకజాతిపదార్థం కాదనవలసిఉంటుంది. దీనిని పరిశుద్ధిచేసి సంపూర్తిగా ఏకజాతీకరణంచేసేందుకు వీలులేదు. కాని కొయ్యలో ముఖ్యపదార్థమైన సెల్యులోజ్‌ను అంతటా ఒకేవిధంగా ఉండేటట్లు పరిశుద్ధి చేయవచ్చును. ఆవిధంగా పరిశుద్ధిఅయినవి, పునరుత్పత్తి చేయగలవి, ఏకజాతీయత కలవి అయినవస్తువులను, పరిశుద్ధపదార్థములు (Pure Substances) అంటారు. ఇలాంటి పరిశుద్ధపదార్థములు వందలూ వేలూ ఉన్నాయి. పంచదార ఒకపదార్థము టేబిల్‌సాల్టు మరొకపదార్థం. అల్యూమినం, ఇనుము, రసకర్పూరం, సోడా బైకార్బొనేట్, సున్నం, పెన్సిలిన్, వజ్రం, ఆల్కహాల్, డి. డి. టి. పరిశుద్ధ పదార్థములుగా తయారుచేయటానికి ఉదాహరణములు. పదార్థములోని అన్ని భాగాలు ఒకేతీరున ఉంటాయి.

అసంఖ్యాకమైన ఈ పరిశుద్ధపదార్థములను రసాయనికముగా పరీక్షచేసి రెండురకములుగా విభజించవచ్చును. మనకు ఇంతకుపూర్వమే తెలిసిన ఇనుము, అల్యూమినం, కర్బనము మొదలైనతొంభైరెండు మూలపదార్థములూ ఒకవర్గము. ఏవిధ

మైన రసాయనిక చర్యవల్లా వీటికి రసాయనికవియోగం కలగదు. ఇక మిగిలిన రెండవవర్గములోని పదార్థములకు రసాయనికచర్య వల్ల వియోగం కల్పించి తొంభైతొమ్మిది మూలపదార్థాలలోను కొన్నింటిని రాబట్టవచ్చును. ఈపరిశుద్ధ, వియోగపదార్థములు (Decomposable Substances) మూలపదార్థముల సమ్మేళనంతో తయారు అవుతాయి. వీటిని రసాయన సమ్మేళనపదార్థములు (Chemical Compounds) అని అంటారు.

సంయోగపదార్థముల స్వభావము, అవి తయారయ్యే విధానమూ – ఇనుము, గంధకముల ప్రవర్తనద్వారా తెలుసుకొనవచ్చును. ఇనుము గంధకమూ రెండుగూడా మూల పదార్థములే. రెండూ ఘనపదార్థములే. వాటిని రెండింటినీ మెత్తటి పొడిగా చూర్ణముచేసి కలగలపుగా గుచ్చి ఎత్తినా అవి యింకా ఇనుము గంధాకంగానే ఉంటాయి. సూక్ష్మదర్శిని క్రింద పరీక్షచేసి చూస్తే, వేరు వేరు రంగులతో ఒకదాని పక్క ఒకటి వేరువేరుగాఉన్నట్లు కనిపిస్తాయి. ఈ మిశ్రమాన్నే గనక వేడిచేస్తే రసాయనశాస్త్ర అద్భుతప్రక్రియ ప్రారంభం అవుతుంది. వేడిచెందిన ఆ పదార్థంలో మార్పు వస్తుంది. విడివిడిగావున్న రెండు పదార్థాలూ మాయమైపోతాయి. ఒక కొత్త పదార్థం ఉద్భవిస్తుంది. ఇనుము, గంధకము సంయోగము చెందగా ఏర్పడినదే యీనూతన పదార్థము. ఇది లోహ గంధకిదము. దీని రూపము, ప్రవర్తన మొదలైనవన్నీ గంధకము, లోహాలక్షణములకు విరుద్ధంగా ఉంటాయి. దీనిని పరిశుభ్రపరచి శుద్ధిచేయవచ్చును. ఈ సంయోగపదార్థము – అంతటా ఒకేతీరున ఉంటుంది. లోహాగంధకిదము ప్రకృతిలో

స్ఫటికరూపంలో దొరుకుతుంది. బంగారాన్ని పోలిఉండటం వల్ల దీనికి వెర్రివాని బంగారం (Fools gold) అని పేరువచ్చింది.

ఈ విధమైన సంయోగపదార్థముల అంతిమ నిర్మాణ విధానం ఎట్టిది? అవికూడా సూక్ష్మాతి సూక్ష్మమైన కణము లతోనే నిర్మింపబడాలి. ఎందువల్లనంటే అవి ద్రవాలలో కరిగి విస్తరించగలవు. ఇలాంటి ప్రవర్తనకు ఉదాహరణములుగా మనం ప్రప్రథమంలో తీసుకున్న సమ్మేళన పదార్థములు. పంచ దార, ఉప్పు సమ్మేళన పదార్థములలో – సమ్మేళనలో పాల్గొనే మూలపదార్థముల కణములన్నీ పరమాణువులవల్లనే నిర్మింప బడుతున్నాయని భావన. ఈ విధంగా ఒక గంధక పరమా ణువూ ఒక లోహపరమాణువూ కలిసి – లోహగంధకిదము అనే అణువుగా మారిపోతున్నాయి. సంయోగపదార్థములో అతిసూక్ష్మభాగము అణువు.

తొంభైరెండు పదార్థములలోనూ–ఒకటిగాని అంతకన్న ఎక్కువగాని మూలపదార్థముల పరమాణువులు కలసి అణువు (Atom) గా అవుతున్నాయి. సమ్మేళనపదార్థములో పాల్గొన్న మూలపదార్థములను తేలికగా విడదీయవచ్చును. గనుక అణువులోని పరమాణువులన్నీ తమ ప్రత్యేకతను చాలాభాగం నిలుపుకొంటాయి. సమ్మేళనపదార్థం ఎంత జటిలమైనదన్నా కావచ్చును. అణువు ఎంత పెద్దదైనాకావచ్చును. అయినప్ప టికి దానిలో పాల్గొన్న మూలపదార్థాలను తిరిగి తీసుకొని రావచ్చును. మరోవిధంగా చెప్పాలంటే–అణువులోని పర మాణువుల నన్నింటినీ వేటి కవి వేరుచేయవచ్చును.

ఇంతకుపూర్వం వరకూ. పరమాణువునుగురించి అణు వును గురించి వినవచ్చేదంతా భావనమాత్రమేనని గట్టిగా అనడానికి వీలుండేది; ఎందువల్లనంటే-ఎవరూగూడా అణువును పరమాణువును కంటితో చూచినపాపానపోలేదు. ఎంతశక్తివంతమైన సూక్ష్మదర్శిని (Micro Scope) నుపయోగించినా యిది సాధ్యంకాదు. కాంతి సూక్ష్మదర్శిని (Light Micro Scope) విషయంలో గనుక అయితే యీవిషయం యిప్పటికీ నిజమే. కాని ఎలక్ట్రాన్‌సూక్ష్మదర్శినిలో కాంతికిరణాలస్థానే ఎలక్ట్రాన్ ప్రవాహాన్ని రప్పించటంవల్ల ఈ యిబ్బంది తొలగిపోయింది. ముఖ్యంగా వేలాది పరమాణువులతోనిండిన ప్రోటీన్ అణువు చిత్రము అతి స్పష్టంగా యిందు కనిపిస్తుంది. ఇదిచాలా పెద్ద అణువు. ఇటీవల మరో సాధనం కనుగొన్నారు. దీనిద్వారా వందపరమాణువులకన్న తక్కువవున్న (Phtha locyanin) అనే రంగుపదార్థముయొక్క అణువును చూడటానికి సాధ్యమైనది.

అణువు ప్రపంచములోనికి ప్రప్రథమంగా తేరిపార చూసేందుకు అవకాశం లభించడానికి పూర్వమే-యీ అణువుల ఉనికిని గురించిన వాగ్వివాదములను శాస్త్రజ్ఞులు ఉపసంహరించుకొన్నారు. మానవుని బుద్ధిబల ప్రవాహానికి కారణంగా అణువులు పరమాణువులు అనేవి ఊహించబడినవి. సామాన్య పదార్థముల ప్రవర్తనను గురించి విశదీకరించి చెప్పడానికివీలుగా ఉపకరించినవి. పదార్థమనేది, అణువులతోను పరమాణువులతోనూ నిర్మింపబడినట్లుగా భావిస్తే కంటికి కనిపించే అనేక సంఘటనలు సులభంగా సుబోధక మౌతాయి. పదార్థముయొక్క ధర్మములనుగురించి, వివిధ ద్రవ్యముల ప్రవర్తనను

గురించి ఎంత ఎక్కువగా తెలుసుకుంటే అంతగా అణు పరమాణు ఉనికిని గురించిన విషయాలుపట్ల మనకు నమ్మకం కలుగుతుంది. ఎలక్ట్రాన్ పరమాణుదర్శిని ద్వారా అణుస్వరూపాన్ని గుర్తించకపూర్వమే శాస్త్రజ్ఞులకు యీవిషయంలో స్థిరనమ్మకాలు ఏర్పడ్డాయి.

పదార్థముల విసరణ స్వభావము, మూలపదార్థములు రూపాంతరము చెందకుండా ఉండేగుణమూ, సంయోగపదార్థముల ఏకజాతీయ (Homogenety) ధర్మమూ, సంయోగపదార్థములోని మూలపదార్థములు సులభముగా తమ యదార్థ స్వరూపములను దాల్చగల సౌలభ్యమూ – ఈ ప్రకృతులను మనం పరిశీలించి చూస్తాము. ఈ పరిశీలనగురించి చెప్పేటప్పుడు అణువులు పరమాణువులయొక్క ఉనికిని మనం ఊహిస్తాము. మనం భావించినవిధంగా అణువులు పరమాణువులు ఉన్నవీ అంటే, సామాన్యపదార్థములన్నీ కొన్ని స్థిరధర్మాలను కలిగి ఉండాలి. ఈ ధర్మాలు ఇట్లాఉంటవనిమనం ముందుగానే చెప్పగలం. ఈవిధంగా జోస్యం చెప్పినపదార్థధర్మాలు యదార్థమైతే అణువులు పరమాణువులనుగురించి మనం ఊహించిన కారణాలకు బలంచిక్కిందన్నమాట. ఒకవిషయమునుగురించిన సమాచారము, వివరణా – వీటి పరస్పరాభివృద్ధియే విజ్ఞానశాస్త్రము యొక్క సారాంశం. అంచెలువారీగా అభివృద్ధిచెందిన పరమాణుశక్తి స్వరూపవిజ్ఞానంయొక్క చరిత్ర ఎంతో అద్భుతం అనిపిస్తుంది. అణువులనుగురించి కలలు కన్న శాస్త్రజ్ఞులు, మొట్టమొదటసారి వాటి ఛాయాచిత్రములనుచూచి ఆనం

దంలో మునకలు వేశారు. తాము ఊహించినవిధంగానే అణు స్వరూపం ఉండటం వారికి ఆశ్చర్యం కలిగించలేదు.

3. పరమాణు భారములు

పదునెనిమిదవ శతాబ్దపు చివరిభాగంలో – మూలపదార్థములకు, సంయోగ పదార్థములకు గల తారతమ్యములు తేటతెల్లమయినవి. ఫ్రెంచివిప్లవంలో మృతిచెందిన ప్రఖ్యాత రసాయనశాస్త్రవేత్త అన్‌టోయిన్ లెవాషియర్, తనకు తెలిసినంతవరకు, యాభై మూలపదార్థములను పట్టికగా తయారుచేయగలిగాడు మూలపదార్థములతోను, సంయోగపదార్థములతోను లెవాషియర్ అనేక ప్రయోగాలుజరిపి, ముఖ్యమైన మూలసూత్రాన్ని కనుగొన్నాడు. ఒక పదార్థం మరొక పదార్థంగా మారినా, మూలపదార్థాలు సంయోగపదార్థంగాను, లేక సంయోగపదార్థం మూలపదార్థాలుగా మారినా ఆ చర్యలో పాల్గొన్న వస్తుభారంలో మార్పు ఏమీ ఉండదని ఆసూత్రంయొక్క సారాంశం. దీనినే పదార్థ పరిమాణ నిత్యత్వ సూత్రము (Principle of the Conservation of matter) అని అంటారు. పదార్థాలని ఏమిచేసినాసరే, ఒకదానితో ఒకటి సంఘటితత పడినప్పుడు వాటి ధర్మాలలో మార్పులు వచ్చును గాక, రసాయనచర్య తర్వాత అవి ఏరూపమునైనా ధరించి వచ్చునుగాక, చర్యకుపూర్వము పదార్థములబరువు ఎంత ఉన్నదో, తర్వాతగూడా అంతేబరువు ఉంటుంది. ఏమాత్రము తేడా ఉండదు.

లెవోషియర్ పరిశీలించిన ప్రయోగాన్నే మనంకూడా పరిశీలించి చూద్దాము. కాలుతూఉన్న కొవ్వొత్తిని తీసుకోండి. కొవ్వొత్తి కాలేటప్పుడు అది నెమ్మదిగా మాయమౌతుంది. దాని స్థానంలో వాయువులు ఏర్పడతాయి. దానితోపాటు కొవ్వొత్తిని ఆవరించిఉన్న గాలిలో మార్పు వచ్చి అది పీల్చడానికి పనికిరాకుండా పోయింది. కాలిన కొవ్వొత్తియొక్క వెచ్చని కొవ్వు చుట్టూఉన్న గాలిలోని (ఈ గాలిని లెవోషియర్, స్వేచ్ఛావాయువు అన్నాడు) ప్రాణవాయువుతో కలసి నీటి ఆవిరిగాను కర్బన ద్వియామ్లజనిదము (లివోషియర్ భాషలో స్థిరవాయువు) గాను మారుతుంది. ఈ చర్యను సమీకరణంగా మనం యీవిధంగా వ్రాయవచ్చును.

కొవ్వొత్తి + స్వేచ్ఛావాయువు = స్థిరవాయువు + నీటి ఆవిరి మాయమైపోయిన కొవ్వొత్తి బరువును దానితో కలసిన ప్రాణవాయువు బరువును కలిపి, ఆమొత్తం బరువు రసాయన చర్య కారణంగా ఏర్పడిన కర్బన ద్వియామ్లజనిదము, నీటి యావిరుల బరువుమొత్తానికి సరిసమానంగా ఉన్నటుల లెవోషియర్ కనుగొన్నాడు.

రసాయన విక్రియలలో పాల్గొనే పదార్థములు : వాయువులు, ఘనపదార్థములు, ద్రవములు మొదటా చివరాకూడా ఒకే భారమును కలిగిఉంటాయి. వాటి ద్రవ్యపరిమాణభారములో ఎట్టి మార్పు ఉండదు. అయితే, ముఖ్యంగా జాగ్రత్త తీసుకోవలసిన విషయం ఏమంటే, రసాయనచర్యలో పాల్గొనే ప్రతి పదార్థముయొక్క బరువును కొలవాలి. అదేవిధంగా

చర్య అనంతరంకూడాచేయాలి. ఆ విధంగాచేస్తే ద్రవ్యరాసిలో ఏ విధమైన తరుగులేదని మనకు తెలుస్తుంది. అప్పుడు సమీకరణంలో కుడి ఎడమలు సరిసమానంగా ఉంటాయి.

పదార్థపరిమాణ నిత్యత్వమును-అతి సులభంగా అణువులు పరమాణువులకు ఆపాదింపవచ్చును. ఏ ఏ పదార్థముయొక్క పరమాణువులైనా ఆపదార్థముయొక్క ద్రవ్యరాసినంతా కలిగిఉంటాయి. అణువులుగా మారేందుకుగాను పరమాణువులు ఏవిధానాన కలిసినాసరే, అవి తమ ద్రవ్యరాసిని తమతోనే మోసుకుని వెడుతూఉంటాయి. ఇది ముఖ్యంగా తెలుసుకోవలసిన విషయం. రసాయనచర్య అనంతరం ఏర్పడే పదార్థములమీద జరిపిన ప్రయోగములుకూడా, ద్రవ్యరాసినిగురించి అనేక ముఖ్యవిషయాలను తెలియజేశాయి. సంయోగ ద్రవ్యముగా ఏర్పడటానికి, మూలపదార్థములు సమ్మేళనం చెందినప్పుడు అవి ఎల్లప్పుడు స్థిరమైనపాళ్ళలోనే ఆ క్రియలో పాల్గొంటాయనే సత్యం వెల్లడి అయింది.

ఉదాహరణకు: బొగ్గును కాల్చినప్పుడు బరువుప్రకారం 3 వంతుల బొగ్గు 8 వంతుల ప్రాణవాయువుతో కలుస్తుంది. ఆ విధంగా పరిసరవాయువులలోనుంచి 8 ఔన్సుల ప్రాణవాయువును తీసుకొని 3 ఔన్సుల బొగ్గుమండుతుంది. అదేవిధంగా గాలిలోని ఉదజని నీటి ఆవిరిగా మారినప్పుడు ఈ చర్యలో పాల్గొన్న ప్రాణవాయువు బరువులో ఉదజనికన్నా ఎనిమిది రెట్లు అధికంగా ఉంటూంది. ఇదే పద్ధతిలో పంచదార, నీరు కర్బన ద్వితీయామ్లజనిదము, పాలరాయి, సల్ఫోడియజైన్ మొదలైన పరిశుద్ధ రసాయన సంయోగపదార్థములను గనుక

తీసుకుని పరీక్షించిచూస్తే బరువునుపట్టి వాటిలోని మూల పదార్థాలు స్థిరమైన పాళ్ళలో వున్నట్లుగా మనకు బోధపడు తుంది. పదకొండు పౌనుల కర్బన ద్వియామ్లజనిదమునుంచి మూడు పౌనుల కర్బనము, ఎనిమిది పౌనుల ప్రాణవాయువు; తొమ్మిది పౌనుల నీటినుంచి ఒకపౌను ఉదజని ఎనిమిది పౌనుల ప్రాణవాయువు పొందవచ్చును.

మూలపదార్థముల సమ్మేళనములోగాని, సంయోగ పదార్థముల కూర్పులోగాని కనిపించే స్థిరమైన పాళ్ళనుగురించి మనకు తెలిసిన విషయం ఇప్పుడు అతిసహజమేనని తెలుస్తుంది. నూటయాభై సంవత్సరాల వెనుకకు మనం ఒక ఒకసారి ప్రయాణించటం అవుసరం. ఆ రోజుల్లో లెవొషియర్ మొదలైన శాస్త్రజ్ఞులకు తెలిసిన విషయమల్లా ఏమంటే – ఏ గాలి అయితే మానవుడు పీల్చుకోడానికీ, జ్యోతి వెలగడానికీ ఉపకరిస్తుందో, అదే గాలిలో అనేక జ్యోతుల్ని గనుక కాలిస్తే ఈరెండు పనులకు అక్కరకు రాకుండాపోతుంది. స్వేచ్ఛావాయువు స్థిరవాయువుగా మారిపోతుంది. స్థిరవాయువు మానవులు పీల్చుకోడానికి, జ్యోతి వెలగడానికి ఉపయోగ పడకుండా పోవటానికి కారణం ఏమిటో తెలుసుకోవటమే శాస్త్రజ్ఞుల ముఖ్యసమస్య. జ్యోతి కాలేటప్పుడు గాలిలోని కొంత ప్రాణవాయువును గ్రహించి, కర్బన ద్వియామ్లజనిదము వంటి నూతన పదార్థమును విడుదలచేసింది. విజ్ఞానశాస్త్ర పరిణామంలో యిదొక అనుభవం.

పదార్థములు సమ్మేళనం చెందేటప్పుడు స్థిరమైన పాళ్ళ లోనే కలుస్తవి – అనే సత్యాన్ని గ్రహించటంతో రసాయన

విజ్ఞానమునకు శాస్త్రముగా అర్హత లభించింది. పదార్థ స్వభావము లేక లక్షణమును తెలుసుకొనడానికి యిదొక మెట్టు అయినది. ఈమెట్టును అధిరోహించి నవీన పరమాణు సిద్ధాంతమునకు 1808 లో జాన్‌డాల్టన్ మార్గదర్శకు డయ్యాడు. డెమొక్రటిస్, తాత్వికదృష్ట్యా పరమాణువులను గురించి ఊహాగానంచేశాడు ఆనాడు పరమాణువులను గురించి ఊహాలేగాని వాటి ఉనికినిగూర్చి ఋజువుపరచడానికి ఆధారాలు లేవు. పదార్థమనేది పరమాణుమయమనీ, వాటిని వేరుచేయడానికి వీలుకాదనీ, పదార్థము విరామస్వరూపమనీ డెమొక్రటిస్ సూచించాడు. డాల్టన్ ఈ మెట్టునుంచే ప్రారంభించి ముందడుగువేశాడు. పరమాణువులను గురించి శాస్త్రసిద్ధమైన ఒక కాల్పనిక సిద్ధాంతాన్ని (Hypothesis) ఆయన బయటపెట్టాడు.

మూలపదార్థము పరమాణువులతో నిర్మింపబడి ఉంటుంది గనుక, ఆ పరమాణువులన్నీ ఒకేతీరున ఉంటాయి. అనే ఉద్దేశ్యాన్ని డాల్టన్ వెలిబుచ్చాడు. కర్బనంలోని అన్ని పరమాణువులు ఒకేరీతిని ఉంటాయి; ఉదజని పరమాణువులన్నీ ఒకేతీరున ఉంటాయి; ఇనుముయొక్క పరమాణువులన్నీ ఒకరకంగా ఉంటాయి. అంతేకాదు, వివిధ మూలపదార్థముల పరమాణువులు, వివిధభారములను కలిగిఉంటాయి. అనిగూడా ఆయనసూచించాడు. ప్రాణవాయువు పరమాణువు ఉదజని పరమాణువుకన్నా బరువుగాఉంటుంది. ఇనుముయొక్క పరమాణువు ప్రాణవాయువు పరమాణువుకన్నా అధిక భారంగా ఉంటుంది. ఒకరకమైన పరమాణువులు రెళ్ళుగాను మూళ్ళుగాను మరొకరకమైన పరమాణువులతో కలిసినప్పుడు,

అణువులో అవేమీ మార్పుచెందవు. సంయోగపదార్థము లోని అణువులో పరమాణువులు ఒక స్థిరమైన సంఖ్యలో ఉంటాయి. కాబట్టి అణువుయొక్క బరువు, దానిలో ఉన్న పరమాణువులయొక్క మొత్తము బరువునకు సమానము. మూలపదార్థములు సమ్మేళనం చెందేటప్పుడు అవి స్థిరమైన పాళ్ళలోనే ఎందుకు కలుస్తాయో మనకి సుబోధక మౌతోంది.

ఇప్పుడు మనం తెలుసుకున్నది ఒక యదార్థశాస్త్ర సిద్ధాంతం అవటంవల్ల, అది ఎక్కడకు దారితీస్తుందో అక్కడికి మనంగూడా అనుసరిద్దాము. కర్బన ద్వియామ్ల జనిదమును పరిశీలిద్దాం. కర్బనద్వియామ్ల జనిదముగా మారుటకు, కర్బనము ప్రాణవాయువు కలుస్తవి. బరువునుపట్టి 3 పాళ్ళు కర్బనము, 8 పాళ్ళు ప్రాణవాయువు సమలీనమౌతవి. ఇది మొదటి చిత్రములో చూపబడినది. కర్బన ద్వియామ్ల జనిదము అణువు ఏర్పడునప్పుడు, ఒక కర్బన పరమాణువు రెండు ప్రాణవాయువు పరమాణువులు కలిసిన వనుకోనండి. 3 యూనిట్ల బరువుతూగే కర్బనపరమాణువుతో పోల్చిచూస్తే, రెండు పరమాణువుల ప్రాణవాయువూ, 8 యూనిట్లబరువు తూగుతుంది. రెండు ప్రాణవాయువు పరమాణువులు 8 యూనిట్లు బరువుగలవి. 3 యూనిట్ల బరువుగల కర్బన పరమాణువుతో పోల్చిచూస్తే ప్రతి ప్రాణవాయు పరమాణువు 4 యూనిట్ల బరువు వుండి తీరాలి. దీని నిష్పత్తి 3 : 4 కర్బనము ప్రాణవాయువుల తారతమ్యభారములు 6 : 8 లేక 12 : 16 అని వ్రాయవచ్చును. ఈవిధంగా 12 : 16 అని వ్రాయటానికి కారణం ఏమిటో పీటిని గురించి మనం పరిశీలించినప్పుడు తెలుస్తుంది.

బరువునుబట్టి నీటిలో 1 పాలు ఉదజని 8 పాళ్ళు ప్రాణవాయువు ఉన్నాయి. ఒక నీటి అణువులో ప్రతి ప్రాణవాయు పరమాణువు రెండు ఉదజని పరమాణువులతో కలసినదని అనుకొందము. ఉదజనియొక్క రెండు పరమాణువులు కలసి వాటి బరువు ఒక యూనిట్, ఒక్కొక్క పరమాణువు ½ యూనిట్. ఉదజని ప్రాణవాయువుల తారతమ్య భారములు–½ : 8; ఈ నిష్పత్తిని 1 : 16 అని వ్రాయవలసి ఉంటుంది.

	Reaction	Carbon	+ Oxygen	= Carbon Dioxide
Fact	In Bulk (pounds)	3	+ 8	= 11
	Combining Weights	3	+ 8	= 11
Theory	Atoms			=
	Equation	C	+ 2 O	= CO_2
	Relative Weights	3	+ 2×4	= 11
	Atomic and Molecular Weights	12	+ 2×16	= 44

1 వ పటము

ఒక ప్రాణవాయు పరమాణువుయొక్క భారము, 16 యూనిట్లు ద్రవ్యరాసిగా మనం ఉజ్జాయింపు విలువను యిద్దాము. ఈనిష్పత్తులను అనుసరించి ఉదజని పరమాణు భారము 1, కర్బన పరమాణువు యొక్క భారము 12. ఉదజని కర్బనము, ప్రాణవాయువులయొక్క పరమాణువుల తారతమ్య

భారములు, అవి కర్బనద్వియామ్ల జనిదము నీళ్ళుగా మారేం దుకు ఏ ఏ స్థిరపాళ్ళలో కలుస్తాయో వాటిని బట్టే యీవిలువలు నిర్ణయింపబడ్డాయి. డాల్టన్ పండితుని కాల్పనిక సిద్ధాంతం (Hypothesis) లో ఇది ఒక భాగం. వివిధ మూలపదార్థముల పరమాణువులు వివిధ బరువులను కలిగిఉంటాయి, అదే తార తమ్యముతో సంయోగపదార్థములో కలిసేటప్పుడు సమ్మేళన మౌతాయి.—అని ఆయన సూచించాడు. మనకొక యదార్థ సత్యం, ఒక సిద్ధాంతం లభించాయి. సమ్మేళనభారములు అని పిలువబడే స్థిరమైన పాళ్ళలో, మూలపదార్థములు కలిసి సంయోగపదార్థము లవుతున్నాయి. ఇది యదార్థ సత్యము. ఇక సిద్ధాంతం ఏమంటే-తారతమ్య భారములు అనేవి, మూల పదార్థములు పరమాణువులు ఏ ఏ తారతమ్య భారములతో నిర్మితమైనాయో వాటిమీాద ఆధారపడి ఉన్నాయి.

ఈ విషయాలను చెప్పేటప్పుడు సమ్మేళన భారములకు నేను పూర్ణసంఖ్యలను ఉపయోగించాను. ఇది సదుపాయం కోసం మాత్రమే కాదు, మొదటి భిన్నాంకమునుబట్టి చూచినా సరియైనదేనని తెలుస్తుంది. కాని మొదటి భిన్నాంకము మాత్రమే. ఇదిగూడా ఒక విచిత్రమైన విషయమే.

డాల్టన్ పండితుని రోజులలో అనేక మూలపదార్థముల సమ్మేళన భారములను యధాతధంగా తెలుసుకోవడానికి ప్రయత్నాలు జరిగాయి. ప్రాణవాయువునకు పరమాణుభారం ఉజ్జాయింపుగా 16 అని నిర్ణయించటంవలన, మిగతా మూల పదార్థముల పరమాణుభారములుగూడా నిర్ణయింపబడినవి. పరమాణుభారముల ననుసరించి ఆయా మూలపదార్థములను

క్రమపరిస్తే దానివల్ల అనేక విషయాలు తెలుస్తవి. అప్పటికి తెలిసిన మొదటి పన్నెండు మూలపదార్థాలూ ఏవంటే:—

ఉదజని	H	1.01
లిథియం	Li	6.94
బెరిలియం	Be	9.02
బోరాన్	B	10.82
కర్బనము	C	12.01
నత్రజని	N	14,01
ప్రాణవాయువు	G	16.00
ఫ్లోరిన్	F	19.00
సోడియం	NA	23.00
మెగ్నేషియా	Mg	24.32
అల్యూమినం	Ai	26.97
సిలికాన్	Si	28.06

ఈ వరుసక్రమాన్ని పరిశీలించి చూడండి. మెగ్నిషియం, బోరాన్ మినహా మిగతా మూలపదార్థముల పరమాణుభారములు దాదాపు పూర్ణసంఖ్యలేగాని యదార్థానికి పూర్ణసంఖ్యలు మాత్రం కావు. ఉదజనియొక్క పరమాణుభారము 1. మిగతా సంఖ్యలన్నీ యీసంఖ్యకు గుణిజాలుగా ఉన్నట్లుగా కన్పిస్తాయి. అంతర గుణిజములు, సంపూర్ణాంకములతో కూడిన ఆకర్షణ, పరమాణుభారముల సమస్యనుండి ఎప్పటికీ విడిచిపోలేదు. ఇది కొంతకాలంపాటు విజ్ఞానశాస్త్రరంగాన్ని పరిపాలించింది. డాల్టన్ పండితుని సమకాలికుడైన విలియం ప్రౌట్,

అన్ని మూలపదార్థములు అసలు ఉదజనితోనే నిర్మితమైనవా అనే ఉద్దేశ్యంలోగూడా పడ్డాడు. పరమాణుభారములు యదార్థానికి పూర్ణసంఖ్యలే. మరికొన్నిటి విలువ దశగణక సంఖ్యలోనికి వెళ్ళింది. ఈ సత్యాలన్నీ ఋజువవటంవల్ల, ప్రౌట్ పండితుని కాల్పనిక సిద్ధాంతాన్ని త్రోసివేయవలసి వచ్చింది. ఈ కథలో మనం ముందుకు వెడుతున్నకొద్దీ, ఈసంపూర్ణాంకములలో శాస్త్రజ్ఞుల ఆసక్తి, పదార్థములను గురించి నూతన సత్యాలు తెలిసినప్పుడల్లా పైకి వస్తూనేవుంది. శ్రద్ధతో సునిశితంగా కొలిచిన కొలతలవల్ల తెలిసిన సారాంశం ఏమంటే - ఆశించిన ప్రకారం సంపూర్ణాంకములు సిద్ధించలేదు. ఆశించిన దానికి, యదార్థానికిగల తేడావల్ల, అణుపరమాణువుల నిర్మాణము - ప్రవర్తనలలో ఒక నూతనప్రకృతిని గ్రహించడానికి గాను మనం మళ్ళ వలసిఉన్నది.

4. వరుసక్రమంలో పరమాణువులు :

డాల్టన్ పండితుని పరమాణు సిద్ధాంతం, పంధొమ్మిదవ శతాబ్ది ప్రారంభంలో రూపుదాడిగింది. పైనన్ని మూలపదార్థముల ఆచూకీ తెలుసుకోవాలనే ఉబలాటానికి అది శక్తివంతమైన ఉత్తేజాన్ని కలిగించింది. ఆ శతాబ్ది మధ్య కాలానికల్లా డెబ్భైఅయిదు మూలపదార్థాలని వేటికవి వేరుచేసి పరిశీలనలు చేశాము. ఆపదార్థముల ధర్మములు రసాయన రంగంలోని వారికి సుబోధకమైపోయినవి. మూలపదార్థముల పరమాణు భారములు వేర్వేరుగా ఉంటవనీ, వాటి నన్నింటినీ ఒక వరుసక్రమంలో ఏర్పాటుచేయవచ్చుననీ, మొట్టమొదట్లోనే తెలిసింది.

కొన్ని మూలపదార్థములు ఒకదానిని పోలి మరొకటిఉంటా యని, అవిమూడు మూడుగా గుంపుల్లో త్రికము (Triads) లుగా ఉంటాయని, మరొక పరిశీలనవల్ల తెలిసింది. అన్నింటి లోకి అతి ప్రాచీనమైనదీ అందరికీ తెలిసినదీ రాగి, వెండి, బంగారు త్రికము. అంతగా తెలియని త్రికము-లిథియం, సోడి యం, పొటాసియములగుంపు. ఇవి పరిశుద్ధిఅయి తళతళ మెరిసే మెత్తటి లోహములు. కాని గాలి తగులుతూ ఉంటే వీటి కాంతి తరిగి పోతుంది. పరిశుద్ధరూపంలో ఉన్న ఈమూడు పదార్థా లకి నీరు తగులు తే విపరీతమైన విక్రియ జరుగుతుంది. అందువల్ల వీటిని కిరసనాయిలులో ముంచి ఉంచాలి. పైగా, సంయోగ పదార్థములలో వీటిని ఒకదానికి బదులు మరొకదానిని వాడ వచ్చును. ఈ మూడుపదార్థాల సమ్మేళన ద్రవ్యాలు ఒకే విధంగావుంటాయి. మనం నిత్యం వాడుకునే ఉప్పు-సోడియం క్లోరైడ్, తెల్లగాను ఉప్పగాను స్ఫటికాకారంలోను ఉండి సులువుగా నీటిలో కరిగిపోతుంది. అదేవిధంగా లిథియంక్లోరైడ్, పొటాషియం క్లోరైడ్ ఉంటాయి.

పంథొమ్మిదవ శతాబ్ది ప్రారంభంలో ఇలాంటి మరికొన్ని మూలపదార్థాలే మూడు మూడుచొప్పున గుంపులుగా కను గొనబడ్డాయి. అన్ని మూలపదార్థములు తెలియనందున కొన్ని త్రయకములు అవాంతరములుగా భావించబడినవి. అనేక నూతన మూలపదార్థములు కనుగొనబడి, వేటికవి వేరుకావడంతో ఒక్కొక్క గుంపులో ఒకేరీతిని ప్రవర్తించే పదార్థములు - మూళ్ళు, నాలుగులు, ఐదులు, ఒకొక్కప్పుడు ఆరులుగా ఉంటాయని గుర్తించబడింది.

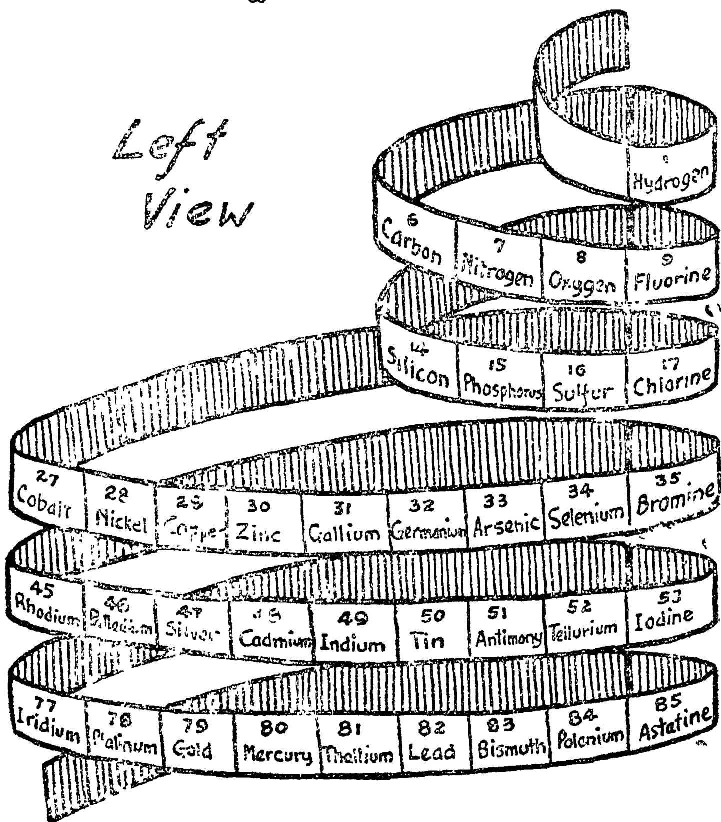
పోలికలు కలిగిన మూలపదార్థముల గుంపులు నిజానికి మనస్సుకి చికాకు కలిగిస్తాయి. వేరువేరుగా 63.6, 107.9, 197.2 పరమాణు భారములు కలిగిన రాగి, వెండి, బంగారం ఒకేవిధంగా ఎట్లా ఉన్నాయి. 32.1, 35.5 పరమాణు భారములు కలిగిన పచ్చని ఘనపదార్థ గంధకము, ఆకుపచ్చని వాయువు హరినము విభేదంగా ఉన్నవి ఎందువల్ల? వీటినిగురించి చాలామంది అనేకరకాలుగా ఊహించారు. అనేకపద్ధతులలో మూలపదార్థాలను అమర్చడానికి ప్రయత్నించారు. కాని 1869 వరకు ఏవిధమైన ఫలితం కలుగలేదు. అప్పుడు రష్యన్ రసాయనతత్వవేత్త డిమెట్రి ఐ. మెండెలేవ్ 'ఆవర్తనపటిక్' అని పిలువబడే ఒక క్రమంలో మూలపదార్థాలను అమర్చాడు. ఈ మూలపదార్థావర్తన పట్టిక (Periodic Table) ఆయా పదార్థములనుగురించిన సమాచారమును సంఘటిత పరచడమేగాకుండా అంతవరకు కనుగొనబడని మూలపదార్థముల ధర్మములనుగురించి జోస్యం చెప్పడానికికూడా వీలు కలిగించింది. ఈ మూలపదార్థావర్తనపట్టిక ఆధారంతోనే ఆయా పదార్థములకు సంబంధించిన భౌతిక రసాయన విజ్ఞానం అభివృద్ధి చెందినది. పదార్థధర్మములను వివరించడానికి ముందు ముందు శాస్త్రరంగంలో అనేక ప్రయోగములు జరపడానికి, ఇది ఎంతో తోడ్పడింది. నవీన పరమాణు భౌతిక రసాయన శాస్త్రముల అభివృద్ధికి యిదే పునాదిరాయి.

మూలపదార్థావర్తన పట్టిక (Periodic Table) ను ఎట్లా నిర్మించాలో తెలుసుకుందాము. ఒక పొడుగుపాటి పీలికమీద తొంభైతొమ్మిది మూలపదార్థములను వరుసక్రమంలో వాటి

వాటి పరమాణుభారముల ననుసరించి వ్రాయాలి. ఉదజనితో ప్రారంభించి 1 మొదలు 99 వరకు సంఖ్యలు వేసుకువెళ్ళాలి. ప్రక్క చిత్రంలోచూపినవిధంగా గీతలుగీసి దీనిని భాగాలుచేయాలి. మొదటి భాగంలో రెండు మూలపదార్థములు, రెండు మూడు భాగాలలో ఎనిమిదివంతున, నాలుగు ఐదుభాగాలలో పద్దెనిమిదివంతున, ఆరవభాగంలో ముప్పైరెండు మూలపదార్థములు, ఏడవభాగంలో యింక మిగిలిపోయిన పదమూడు మూలపదార్థములు ఉంటాయి.

ఇప్పుడు మూలపదార్థముల జాబితాతోకూడిన ఈ పీఠికను తీసుకుని, నిలువురేఖలో ప్రారంభమై, ఆ రేఖలోనే అంతమయ్యే విధంగా ప్రతిభాగము వచ్చేటట్లు అమర్చండి. ఆ విధంగా ప్రతిభాగములో ప్రథమ మూలపదార్థము ఒకదాని క్రింద ఒకటిచేరి ఉంటుంది. భాగముల తుది మూలపదార్థములుకూడా అదేవిధంగా ఒకదాని క్రింద ఒకటి అమరిపోతాయి. ఈవిధంగాచేస్తే ఏర్పడేదే మూలపదార్థావర్తన పట్టిక (Periodic Table). పీఠికను కుడివైపునుంచి, ఎడమవైపు నుంచి చూస్తే ఎట్లా కనపడుతుందో, అదే పద్ధతిలో అది వ్రాయబడింది. అప్పుడు ఒకటి మొదలు తొంభైతొమ్మిది సంఖ్య వరకు మనం అవిరామంగా చదవవచ్చును. మొదటి భాగంలో రెండు మూలపదార్థములే ఉండటంవల్ల దానిని బాగా బిగింపుగా చుట్టూ త్రిప్పాలి. అయినప్పటికి ఒక విధంగా ఉదజని హీలియములను వేరుచేయవలసిన అవసరముంది. ఉదజని రెండింటియందు గుర్తించబడినది. దీనికి కారణం ఏమిటో ముందు ముందు తెలుస్తుంది. మరొక సంగతి: 57 మొదలు

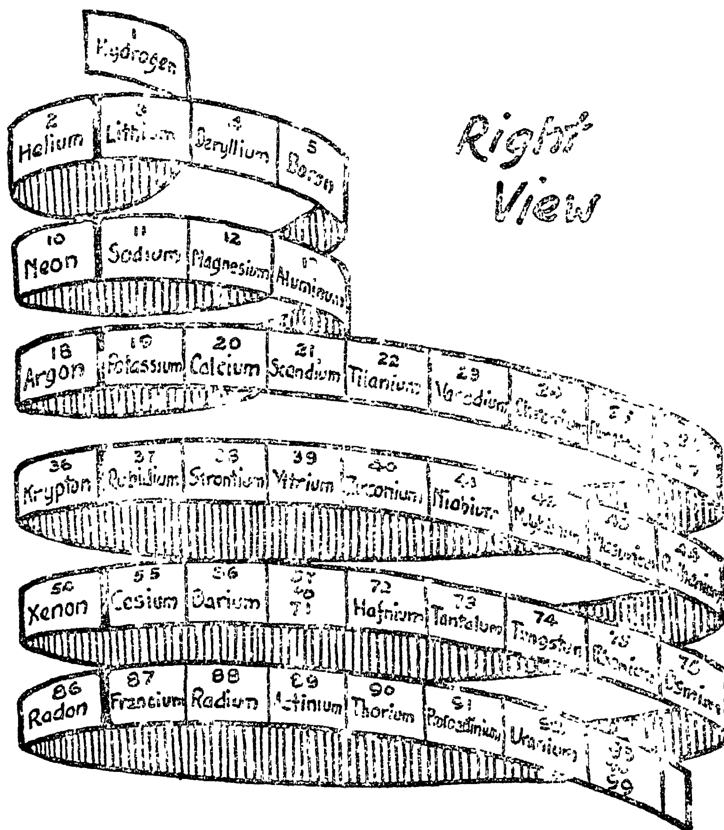
71 వరకుగల మూలపదార్థములు ఒకే స్థలంలోకి నెట్టబడినవి. అవి తమ రెండవ చుట్టులో ప్రారంభం అయినప్పటికీ, ఈకథకు



మూలపదార్థా

దానితో ప్రత్యేక ప్రయోజనంలేదు. గనక ఆ విషయాన్ని గురించి అధికంగా ముచ్చటించవలసిన అవసరంలేదు. 89

సంఖ్య మొదలు బరువైన మూలపదార్థములు పీలిక చివర భాగంలో ఉన్నాయి, 93 మొదలు 99 వరకుగల కృత్రిమ



వర్తన పట్టిక.

మూలపదార్థములను మినహాయిస్తే మిగతావి ఒకేక్రమాన ఉంటవి.

మూలపదార్థవర్తనపట్టికలోని భాగములయందు రెండు, ఎనిమిది, పద్దెనిమిది, ముప్ఫైరెండు మూలపదార్థములు ఉంటవి. ఇవి ఉజ్జాయింపు సంఖ్యలు కావు. 1, 2, 3, 4 సంఖ్యల వర్గము (Square) నకు రెట్టింపుగా ఉంటాయి. 1 సంఖ్యయొక్క వర్గము 1. దానిని 2 పెట్టి గుణిస్తే 2 కి సమానమౌతుంది. 2 సంఖ్యయొక్క వర్గము 4. దానిని 2 పెట్టి గుణిస్తే 8 అవుతుంది. 3 యొక్క వర్గము 9. 2 తో గుణిస్తే 18 అవుతుంది. 4 యొక్క వర్గము 16 దీనిని 2 తో గుణిస్తే 32 అవుతుంది. సులభమైన యీసంఖ్యా క్రమమును గురించి మెండెలీఫ్‌నకు తెలియదు. ఈవిషయమును గురించి ముందు ప్రకరణములో మరికొన్ని విశేషాలు తెలుసుకుందాము,

మూల పదార్థావర్తనపట్టికను పరిశీలించి చూస్తే అనేక విచిత్ర విషయములు మనకు తెలుస్తాయి. పీలికయొక్క మొదటి చుట్టు (Coil ఉదజనితో ప్రారంభమై, హీలియమ్‌తో ముగుస్తోంది. ఈ హీలియం జడవాయువు. మనం ఇదివరలో ముచ్చటించివున్న మెత్తని లోహపదార్థం లిధియంతో రెండవచుట్టు ప్రారంభమౌతుంది, సైనుబోర్డులను కాంతివంతముచేసే జడ వాయువు నియాన్‌తో అంతమౌతుంది. లిథియం లోహమును పోలిన సోడియంతో మూడవచుట్టు ప్రారంభమై, సైనుబోర్డులందు ఉపయోగించే మరొక జడవాయువు (Inertgas) ఆర్గాన్‌తో అంతమౌతుంది. మెత్తని లోహములలో ఒకటైన పొటాషియంతో నాలుగవచుట్టు ప్రారంభమై, మిగతాచుట్లలోకంటే అధిక సంఖ్యలో మూలపదార్థములను కలిగి హీలియం నియాన్, ఆర్గాన్‌లను పోలిన క్రిప్టాన్ అనే మరొక జడవాయు

వుతో ముగుస్తుంది. ఇక అయిదవచుట్టు సోడియం, పొటాషియములను పోలిన రుబిడియంతో ప్రారంభమై, హీలియం నియాన్‌లను పోలిన జైనాన్ (Xenon) అనే వాయు పదార్థంతో ముగుస్తుంది. దీనినిబట్టి తెలిసేదేమంటే, మొదటా చివరా నిలువు గళ్ళలో ఉన్న మూలపదార్థములన్నీ ఏక పోలికలు గలవని బోధపడుతుంది.

మిగతా నిలువుగళ్ళు-చిన్నవాటిని గూడా కలుపుకుని యిదే పద్ధతిన ఉంటాయి. మూలపదార్థము 29 సంఖ్యక్రింద ఉన్న మన పూర్వ స్నేహితులు రాగి వెండి బంగారముల త్రికాన్ని గుర్తించండి. లేదా వీటికి ప్రక్క-నేఉన్న మూల పదార్థములను చూడండి. జింక్, కాడిమియం, మెర్క్యురీ-ఈ త్రయకం, రసవాదుల (Alchemists) కాలం నాటికే తెలిసిఉన్నది. ప్రతి చోటులోనుంచి ఉపాంత్యము (Penultimate) లైన మూలపదార్థములతో ఏర్పడిన వరుసను పరీక్షించండి. ఫ్లోరిన్, క్లోరిన్, బ్రోమిన్, ఐడిన్-ఈపదార్థములలో మొదటివి మూడు హానికరమైన వాయువులనీ, ఇక నాలుగవదియైన ఐడిన్; సామాన్యఉష్ణతకే వాసనతోకూడిన వాయువుగా మారుతుందనీ అందరికీ తెలుసు.

హీలియం క్రిందుగా నిలువుగళ్ళలో ఉన్న మూల పదార్థముల వరుస, అన్నింటిలోకి అతి విచిత్రమైనది - అన్నీ వాయువులే. మెండెలీఫ్ కాలంనాటికి వీటిసంగతే ఎవరికీ తెలియదు. వీటి వునికినిగురించి అనుమానించినవారుగూడా లేరు. 1890 అనంతరం లార్డ్ రేలే, విలియం రాంసే వీటిని కనుగొన్నారు. రాడాన్ మినహాయించి మిగతావి స్వల్పమొత్తాలుగా

గాలిలో దొరుకుతాయి. వాటిని ఉత్తమవాయువులు (Noble gases) అని అంటారు. ఎందువల్లనంటే అవి ఇతర మూలపదార్థములతో కలియవు. తమలోతాము సంతృప్తిచెందిఉన్నట్లుగా అవి ప్రవర్తిస్తాయి. మిగతా మూలపదార్థాలు యితరపదార్థాలతో సునాయాసంగా సమ్మేళనం చెందుతాయి. కాని ఉత్తమ వాయువులకి ఆ ప్రసక్తేలేదు. అవి ఒకదానిక్రింద ఒకటిగా ప్రతి చుట్టు ఆఖరునా వస్తాయి.

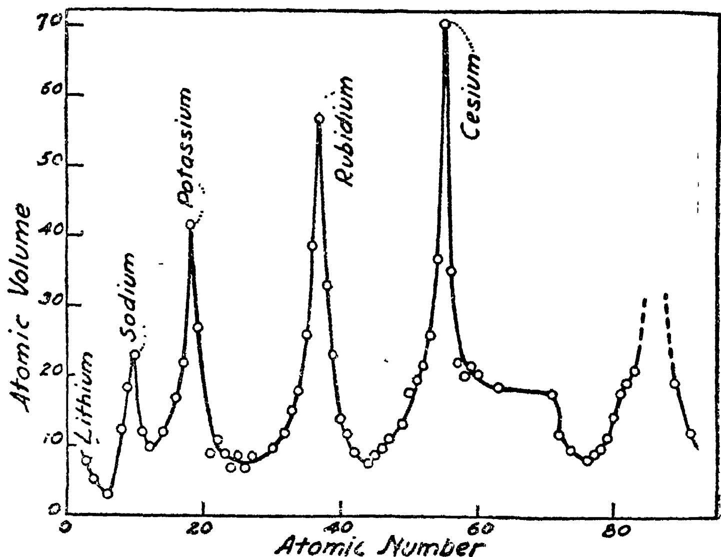
మెండెలీఫ్ ఆవర్తనపట్టికను తయారుచేసేనాటికి డెబ్బై అయిదు మూలపదార్థములనుగురించే తెలుసును. ఇప్పుడు ఉన్నవిధంగా అప్పుడు, మూలపదార్థధర్మముల క్రమమును తెలుసుకునే సులువులేదు. ఆవర్తనపట్టికలో అనేక ఖాళీజాగాలను వదలవలసివచ్చింది. ఇక లభ్యమైన మూలపదార్థములను నేటిస్థానములో వాటిని అమర్చడానికి ఎంతో మేధస్సు శక్తి సామర్థ్యములు, సృజనాత్మక శక్తి అవసరం. మెండెలీఫ్ ఈవిషయంలో అద్భుతమైన ప్రతిభను ప్రదర్శించాడు. అంతేకాదు, అప్పటికి ఎరికలేని మూలపదార్థముల ఉనికినిగురించి జోస్యం చెప్పటమే గాకుండా వాటి తారతమ్య లక్షణాలనుకూడా ఆయన నిర్భయంగా నిస్సందేహంగా వెలిబుచ్చాడు. కాలం గడచినకొద్దీ మెండెలీఫ్ జోస్యం చెప్పిన విషయాలు యదార్థ సత్యాలని ఋజువయ్యాయి. ఈ జోస్యానికి ఉదాహరణగా మూలపదార్థావర్తనపట్టికయందలి నాలుగవ అడ్డుచుట్టులోని 32 వ గడి తీసుకుందాము. ఈ పదార్థము నిలువుగళ్ళలో సిలికాన్ కిటిన్ కి మధ్యగా నున్నది. దీనిని ఇప్పుడు జెర్మానియం (Germanium) అంటున్నారు. 1871లోనే మెండెలీఫ్ దీనిఉనికిని

గురించి జోస్యం చెప్పాడు. ఆయన ఈ పదార్థానికి 'ఎకా - సిలికాన్' అని నామకరణం చేశాడు. ఈ పదార్థం ఊదా - తెలుపురంగులో ఉంటుందనీ, గాలిలో కాల్చినప్పుడు తెల్లని భస్మంగా మారుతుందనీ, ఆమ్లములు, క్షారముల చర్యవల్ల మార్పుఉండదని ఆయన చెప్పాడు. అంతేగాకుండా దానియొక్క పరమాణు బరువు, సాంద్రత, పరమాణుపరిమాణము, క్వథనాంకము (Boiling Point) లకు స్థిరమైన విలువలుగూడా చెప్పాడు. పదిహేను సంవత్సరాల అనంతరం 'క్లెమెన్స్ విన్క్లర్' అనే శాస్త్రజ్ఞుడు ఈ పదార్థమును కనిపెట్టి, వేరు చేశాడు. మెండెలీఫ్ జోస్యంచెప్పిన ధర్మాలన్నీ యదార్థములని ఆయన తెలుసుకున్నాడు. సర్వత్రా జరిగేవిధంగానే, స్వజాతీయ అభిమాన కారణాన్ని పురస్కరించుకుని ఆ మూల పదార్థానికి జెర్మానియం అని నామకరణం చేశాడు.

తెలియని విషయాన్ని గురించి జోస్యం చెప్పటం అనేది ఒక అద్భుతప్రక్రియ అనిపిస్తుంది. తెలియని విషయము పరిమాణ ధర్మాలను గురించి జోస్యం చెప్పటం అనేది అతి నిగూఢమైన అద్భుతం అనవచ్చును. ఒక్కొక్కప్పుడు ఈ పద్ధతి అతిసులభము, ఊహాకందే విషయమే ననిపిస్తుంది. ఒకొక్కప్పుడు అత్యంత శక్తి, సామర్థ్యములు అనుభవమూ కల శాస్త్రజ్ఞుడు పదార్థధర్మాలను ఊహాగా చెప్పగలడు. ప్రస్తుత సందర్భములో మూలపదార్థముల ధర్మములు ఒక క్రమమును అనుసరించిఉన్నవి. పరమాణుభారముల ననుసరించి మూలపదార్థములను గనక అమర్చితే క్రమవిరామాల్లో

(Regular Intervals) ఒకే పోలికగల ధర్మాలు లభ్యమౌతాయి.

ఉదాహరణకు, నిలువుగళ్ళలో లిథియం క్రింది గడిలోని మూలపదార్థమేదో తెలియదనుకుందాము: 3వ చిత్రమును బట్టి మనం ఒక సూత్రం తెలుసుకోవచ్చును. పరమాణు



3 వ పటము

ఘనపరిమాణానికీ (Volume) వివిధములైన మూలపదార్థాలకు గల సంబంధం దీనివల్ల వ్యక్తమౌతుంది. మూలపదార్థ ద్రవ్యము, గ్రాము (1/28 ఔన్సు) నందు ఆవరించిన ఘన పరిమాణం లేక ఆవరణ (Volume or space), దాని పరమాణు

భారమునకు సమానము. ఇదే పరమాణు పరిమాణము (Atomic volume). ఆ విధంగా 6.94 గ్రాముల లిథియం 9.02 గ్రాముల బెరెలియం 12.01 గ్రాముల కర్బనము మొదలుగాగలవి తీసుకున్న పరిమాణములే వాటి పరమాణు ఘనపరిమాణము. పరమాణుభారము అధికమైనకొద్దీ, మూల పదార్థముల ధర్మములు వలయాన్ని అనుసరించి ఉంటాయి. మూలపదార్థావర్తన పట్టికలో లిథియం క్రిందనున్న గళ్ళలోని పదార్థములు, ప్రతి వలయంలోను అత్యధిక పరమాణు భారాన్ని పొందగలుగుతున్నాయి. వీటిలో సోడియం, పొటాసియం, రుబెడియం, సెసియం ఉన్నవి. మిగతా పదార్థముల విలువలు, ఈ శిఖరాల మధ్యనున్న వాలుల్లోను, లోయల్లోనూ విశ్రమిస్తాయి. తెలియని మూలపదార్థముయొక్క పరమాణుభారమును లెక్కించగానే షుమారుగా దానియొక్క పరమాణు పరిమాణమును, పీరియాడిక్ గ్రాఫీమీద దాని ఉనికి స్థానమునుబట్టి గుణించవచ్చును.

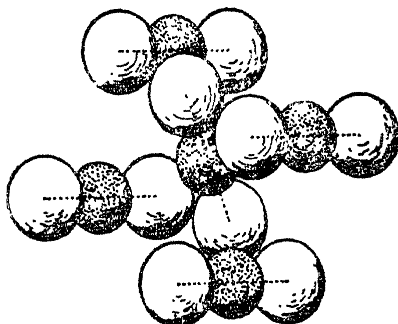
ప్రప్రథమంగా, మెండెలీఫ్ మూలపదార్థావర్తన పట్టికను తయారుచేసినప్పుడు, దానిలో ఎన్నో ఖాళీగళ్ళు ఉన్నాయి. పోలికలున్న పదార్థములను నిలువుగళ్ళల్లో అమర్చడంవల్ల, ఆయన ఈ పట్టికను నిర్మించడానికి సాధ్యమైనది. ఇప్పుడు ఖాళీజాగాలన్నీ పూరింపబడినవి. మనంచేసిన విధంగా మూలపదార్థములను 1 మొదలు 99 వరకు ఏర్పాటు చేయవచ్చును. మూలపదార్థముల సంఖ్యాక్రమం ఒక పెన్నిధిగా భాసిల్లింది. పరమాణు భారములకన్నా యిది అత్యంత సహాయకారి. హీలియం మొదలు యురేనియం వరకు ప్రతి

మూలపదార్థమునకూగల పరమాణు సంఖ్యనుబట్టి, ఎక్కడ దేనిస్థానమో గ్రహించవచ్చును. ఒకే లక్షణాలుగల మూల పదార్థాలు – విడివిడిగా రెండు, ఎనిమిది, పద్ధెనిమిది, ముప్పై రెండు మూలపదార్థాలుగా క్రమవిరామాల్లో ఉన్నటుల పదార్థావర్తన పట్టిక తెలుపుతుంది.

ఈసంఖ్యల అర్థమేమిటో వీటిని గురించి మూలపదార్థా వర్తన పట్టిక ఏమి తెలియజేస్తుందో, తెలుసుకోవాలని మనకు ఆసక్తి ఉంటుంది. పరమాణు అంతర్భాగమును గురించి తేట తెల్లము చేసేవి ఈసంఖ్యలు. పంథొమ్మిదవ శతాబ్ది అంతంలో కూడా పరమాణువుల అంతర్ భాగమును గురించి ఎవ్వరికీ తెలి యదు. రసాయన శాస్త్రజ్ఞులుగాని, పదార్థతత్వవేత్తలుగాని పరమాణువును గురించి ఆలోచిస్తే, అది గుండ్రంగా గట్టిగా బిలియర్డ్ బంతిలాగా ఉంటుందని భావించేవారు.

ఈ ఊహాసిద్ధాంతం, రసాయనశాస్త్ర పరిజ్ఞానమునకు కొంత ఉపకరిస్తుంది. డి.డి.టి పెన్సిలిన్ రబ్బర్ మొదలైన సంకీర్ణాణువులను నిర్మించే జీవరసాయన శాస్త్రజ్ఞులుకూడా వేరు విధంగా భావించారు. సంయోగ పదార్థ స్ఫటికాకృతి నిర్మా ణమును గురించి తెలియజేసే ఖనిజ పదార్థ తత్వవేత్తలకు కూడా, ఈసిద్ధాంతమే యిప్పటికీ ఆధారం. రసాయన సమ్మే ళన పదార్థములను గురించి చెప్పటానికి ప్రతిచోటా ఉపయో

గించే చిత్రపటమే యిందుకు ఉదాహరణము. ఇది కర్బన ద్వియామ్ల జనిద ఘనముయొక్క చిత్రపటము. అణువులోని



4 వ పటము

పరమాణువుల అమరిక సంయోగ పదార్ధ ధర్మాలకు అను గుణంగా ఉంటుంది.

4)

II

సంకీర్ణ పరమాణు స్వరూపము

1 పరమాణువుల ఉపరిభాగము

పరమాణువు, ఏకజాతీయత (Homo geneous) స్థితి స్థాపకత్వము (Elasticity) కలిగియున్నదనే సిద్ధాంతం, అవసరానికి అక్కరకువచ్చే కట్టుకథమాత్రమేనని, పంధొమ్మిదవ శతాబ్ది తుదిభాగానికి పూర్వమే రసాయనశాస్త్రజ్ఞులకు తెలుసును. పదార్థ నిర్మాణమునుగురించి అనేక విషయాలను అది విశదీకరిస్తుంది; కాని నిజమనేందుకు వీలులేదు. దానికి అనేక కారణాలు ఉన్నాయి. ఈ కారణాలపరిశీలన పరమాణువులను గురించి మనకున్న అభిప్రాయాలకు మెరుగులు దిద్దేందుకు, నూతన సమాచారాన్ని అందచేయడానికి తోడ్పడుతుంది.

పరమాణువులు ఒకదానితో ఒకటి కలిసి అణువులుగా ఏర్పడతవనే సత్యంనుంచి పరమాణువుల సంపూర్ణ ఏకజాతీయతను గురించిన అనుమానం ఒకటి కలుగుతున్నది. బిలియర్డ్ బంతులు ఒకదానితో ఒకటి అతికించుకుపోవు. రెళ్ళుగాను మూళ్ళుగాను స్థిరమైన సమ్మేళనములలో ప్రవేశించవు. కాని

పరమాణువులు కలుస్తవి; అవి ఒకదానితో ఒకటి అంటుకొని పోతాయి గనుక, పరస్పరం గట్టిగా పెనవేసుకొనిపోవడానికి వీలుగా ఉపరిభాగంలో ఏవో ప్రత్యేకఏర్పాట్లు ఉండితీరాలి. అంటిపెట్టుకునేపద్ధతికి రసాయనతత్వవేత్తలు 'బంధములు' అని పేరుపెట్టారు; వివిధమూలపదార్ధములకు కలిగియున్న బంధముల బలము, సంఖ్యల యందలి స్థిరమైన క్రమపద్ధతిని, త్వరలోనే శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొన్నారు.

ఒక ఉదజని పరమాణువును గాని, దానికి సరిసమానమైనదానినిగాని, మరొకపరమాణువు పట్టుకోగల సామర్ధ్యమును, పరమాణుబంధమని నిర్వచించవచ్చును. ఉదాహరణకు H^2o నీరులో ఒకప్రాణవాయు పరమాణువు 2 ఉదజని పరమాణువులను బంధిస్తోంది. కాబట్టి దీనికి బంధములున్నవన్నమాట. CH_4 మిథేన్‌లో ఒక కర్బన పరమాణువు నాలుగు ఉదజని పరమాణువులను బంధిస్తున్నది. కాబట్టి దీనికి నాలుగుబంధములున్నవి. ఇంతే గాకుండా ప్రతిప్రాణవాయు పరమాణువునకు రెండు బంధములుండటం వలన, కర్బనము రెండు ప్రాణవాయు పరమాణువులను-Co_2 : కర్బన ద్వియామ్ల జనిదములో బంధించ కలదు. NH_3 : అమ్మోనియాలో ఉన్నట్లుగా ఒక నత్రజని పరమాణువు 3 ఉదజని పరమాణువులను బంధించగలదు. కాబట్టి దీనికి మూడు బంధములున్నవన్నమాట.

మూలపదార్ధావర్తనపట్టికయందు నిలువుగళ్ళలోనున్న పదార్ధములన్నీ ఒకే సంఖ్యలో పరమాణుబంధములు కలిగి ఉంటాయి. పరమాణువులు గాకుండా మూల పదార్ధములనుగురించి ముచ్చటించేటప్పుడు, ఈబంధనములను పరమాణు

గ్రహణశక్తి (Valency) గా పేర్కొంటారు. ఈవిధంగా ఉదజనికి ఒకబంధం ప్రాణవాయువునకు రెండు, నత్రజనికి మూడు బంధములు ఉన్నాయి.

అణుజాతులు (Molecular Species) ఒకదాని నుంచి వొకొక జాతిలోకో లేక అనేక యితర జాతులలోకో పరివర్తన చెందుటలోనే అన్నిరసాయన విక్రియలు (Reactions) ఇమిడి ఉన్నాయి. ఉదాహరణకు – కొయ్య కాలినప్పుడు సెల్యూలోజ్ యొక్క కర్బనము, ఉదజని, ప్రాణవాయువు పరమాణువులతో కూడిన అణువు, గాలిలోని ప్రాణవాయు అణువులతో యితోధికంగా సమ్మేళనంపొంది, నీరుగాను, కర్బన ద్వియామ్లజనిదము (Carbon dioxide) అణువులుగా పరివర్తన చెందుతుంది. అణువులలోని పరమాణువులు తమ బంధముల సహాయంతో వేరే అణువులను ఉత్పత్తి చేయుటకుగాను అణువుల సమ్మేళనములను తిరిగి సర్దుబాటు చేయవచ్చును.

కొన్ని బంధములు మిగతావానికన్నా బిగుతుగా ఉంటవి బిగుతు ఎంత ఎక్కువగా ఉంటే సంయోగ పదార్థాలు అంత స్థిరంగా ఉంటవి. బంధములు వదులుగా ఉంటే సంయోగ పదార్థముల స్థిరత్వంగూడా తగ్గుతుంది; అంతేగాకుండా అవి వేటికవి విడిపోయి, శక్తినిగూడా విడుదల చేయవచ్చును. పరమాణువులు యితర పరమాణువులతో తమకుగల సంబంధముల విషయంలో మార్పు కోరినప్పుడు, యీ కార్యకలాపానికి శక్తి (Energy) అవుసరమౌతుంది; లేదా శక్తి విడుదల అవుతుంది. ఇది ప్రథమ అంతిమ పదార్థముల స్థిరత్వముమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. ఉష్ణము, విద్యుచ్ఛక్తి రూపాలలో

బయటనుంచి శక్తి లభించినప్పుడు రసాయన విక్రియ జరుగుతుంది; ఇతర విక్రియలలో ఉష్ణము విద్యుచ్ఛక్తి విడుదల అవుతవి.

మనకు అవసరమైన శక్తిఅంతా సూర్యుని వెలుగు నుంచి వస్తుంది. పచ్చని మొక్కలు ఈ వెలుగును పీల్చుకుని దానిని శక్తిగా ఉపయోగించుకుని, దానితో కర్బనము, ఉదజని ప్రాణవాయువుల సమ్మేళన పదార్థములను నిర్మిస్తాయి. కర్బనము-ఉదజని సమ్మేళనము, వదులుగాఉన్న బంధములను లోగొంటుంది: కాబట్టి శక్తివిషయంలో ఎంతో ఉన్నతపీఠాన్ని అలంకరిస్తుంది. ఇది, గాస్‌లేన్, పంచదార, పిండి, కొయ్య మొదలైనవాటిలో ఆవిష్టమైయున్నది. ఈ పదార్థములను ఇంధనములుగా ఉపయోగించునప్పుడు కర్బన – ఉదజని సమ్మేళనకు బదులుగా కర్బన – ప్రాణవాయు సమ్మేళనం సిద్ధిస్తుంది. ఈ బంధము బిగువుగాఉంటుంది. శక్తి స్వల్పంగా ఉంటుంది. ప్రాణవాయు అణువులో రెండు పరమాణువులను కలిపిఉంచిన, వదులుపాటి బంధమునకు బదులుగా నీటిలో ప్రాణవాయు – ఉదజనులను సమ్మేళనచేసే స్థిరమైనబంధము వస్తుంది. విక్రియ (Reaction) కు ప్రారంభంలోను చివరనుగల బంధసమ్మేళనముల మధ్యనుగల శక్తిలోని తేడా, విడుదలఅయి మనకు యంత్రశక్తిని ఉష్ణమును అందజేస్తున్నది.

టి. యన్. టి. లాటి ప్రేలుడు పదార్థములుగూడా మూలపదార్థముల నూతన అమరికతో వాటి బంధములు విడుదలచేసే శక్తివల్ల మాత్రమే పనిచెయ్యగలవు. టి.యన్.టి. ప్రేలినప్పుడు, దానియొక్క పెద్ద అణువు కర్బన ద్వియామ్లజని

దము, నీటి ఆవిరి, నత్రజనివాయు అణువులుగా విడిపోయింది. అసలుదైన మొదటి అణువులోవుండే శక్తికన్న వీటి బంధసమ్మేళనములలో శక్తి (Energy) చాలా తక్కువగాఉంటుంది. శక్తిలోని బేధము ఉష్ణముగా విడుదల అవుతుంది. ఇది ఈ వాయువులమీద పనిచేసి హఠాత్తుగా విస్తరించేటట్లు చేస్తుంది.

బంధములు (Bonds) అనే ఈ ఉపరిభాగపు నిర్మాణము లేమిటి? ఒక పరమాణువు మరొక పరమాణువును అంటిపెట్టుకునే లంకెమాత్రమే బంధము కాదు. ఇదేగనక నిజమైతే దార్ఢ్యస్య పరమాణువులని, సాత్వికపరమాణువులని ఉండి ఉండాలి. ఇటువంటివిఉన్నట్లుఎక్కడాఋజువులేదు. మూలపదార్థముల ప్రవర్తన ఎట్లాంటిదంటే, ఉదాహరణకు నీరు తీసుకుందాము, – ఒక ప్రాణవాయువు పరమాణువు రెండు ఉదజని పరమాణువులను పట్టుకొన్నదన్నా లేక రెండు వుదజని పరమాణువులు ఒక ప్రాణవాయు పరమాణువును పట్టుకొన్నదన్నా సరియైన మాటే. పరమాణువుల మధ్య అంతరంగిక ఏర్పాటుకు బంధములు ప్రాతినిధ్యం వహిస్తాయి. రెండు పరమాణువులు కలిసినప్పుడు తమను కలిపి ఉంచిన బంధమునకు ఏదో విరాళంగా యివ్వటమనేది నిస్సంశయము.

కాని ప్రతిపరమాణువు తనను యితర పరమాణువుతో కలిపి ఉంచే బంధమునకు విరాళముగా నిచ్చునది ఏమిటి? ఈ విషయాన్ని గురించి చాలా సంవత్సరాలవరకు యిదమిత్థంగా ఎవ్వరికీ తెలియదు. రసాయనశాస్త్రజ్ఞులు బంధములను గురించి ఊహించటంతోటే సంతృప్తిచెందారు గాని, దాని యొక్క అర్థమును తెలుసుకోవడానికి వారు అంతగా శ్రద్ధ

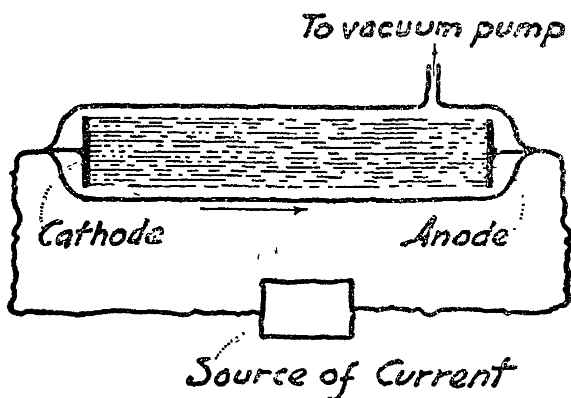
తీసికోలేదు. యదార్థానికి ఈ ప్రశ్నకు జవాబు రసాయన శాస్త్రమునుంచి కాదు. విద్యుచ్ఛక్తినుంచి వచ్చినది. దీనికి జవాబు వచ్చినప్పుడు, పరమాణునిర్మాణమును గురించి మాత్రమే గాకుండా మిగతా ప్రకృతులను గురించిగూడా అర్థంచేసుకోవడానికి ఎంతో ఉపకరించింది.

2 పరమాణువుల ఉపరిభాగమునుంచి - ఎలక్ట్రానులు

అంబరు కడ్డీని గుడ్డతోకాని చర్మముతోగాని రుద్దినప్పుడు, అంబరు కడ్డీకి విద్యుదావేశము కలుగుననీ, అది గడ్డిముక్కలనీ కాగితము ముక్కలను ఎత్తగలదనీ పురాతన గ్రీకులకు తెలుసును. అదే విధంగా గాజుకడ్డీలు మొదలైన వస్తువులను గుడ్డ సిల్కు చర్మము మొదలైన వాటితో రుద్దినప్పుడు వాటికి విద్యుదావేశము కలుగుతుంది. కొన్నిటికి ధన విద్యుదావేశము మరికొన్నింటికి ఋణవిద్యుదావేశము కలుగుతుంది. విద్యుదావేశస్థితిలో (Charged State) అవి ఆవేశము కలిన అంబరుకడ్డీ వల్ల ఆకర్షింపబడేదే లేక త్రోసివేయబడేదే అనే పరిస్థితిమీాదనే ఈ ధన, ఋణ నిర్ణయం ఆధారపడిఉన్నది. అంబరుకడ్డీవిద్యుదావేశము ఋణము (Negative) గానే ఎంచబడుతుంది. అంబరునకు గ్రీకుపదం ఎలెక్ట్రాన్.

ఈ విధమైన పదార్థ విద్యుదావేశమునకు స్థిర (Static) లేక స్థితిజ (Frictional) విద్యుత్తు అని అంటారు. చాలాకాలం వరకు ప్రవాహ విద్యుత్తునకు దీనికీ భేదము ఉన్నదని

ఎంచేవారు. ప్రవాహ విద్యుత్తు, (Flowing Electricity)ని పదు నెనిమిదవ శతాబ్దంలో 'లుయిగీగల్వానీ' ఎలజాండ్రో వోల్టా, అనేపండితులు కనుగొన్నారు. ప్రవాహ విద్యుత్తుఅనేది మనందరకూ తెలిసినదే; బ్యాటరీలనుంచి రసాయనికంగా తయారై తీగలద్వారా ప్రవహిస్తుంది. పంధొమ్మిదవ శతాబ్దియందు శాస్త్రవిజ్ఞానరంగమందు సాధించినవానిలో - రెండురకాల విద్యుత్తు యదార్థానికి ఒకటే అని తెలుసుకోవడం అతి ముఖ్యమైనది. దీనిని నిర్ణయించడానికి జరిపిన పరిశోధనల



5 వ పటము

ఫలితంగా విద్యుచ్ఛక్తియొక్క ప్రాథమిక ప్రమాణం (Fundamental unit) - ఎలక్ట్రాన్ కనుగొనబడింది.

మనం ఒక గాజునాళిక (Glass Tube) ను తీసుకుని ప్రయోగం చేద్దాము. రెండు చివరలయందు లోపలివైపున లోహఫలకాలను ఉంచి, తీగలద్వారా బయటఉన్న విద్యుత్

ఉత్పత్తితావుతో కలపాలి. నాళిక యిరుప్రక్కలా మూయబడి ఉండాలి. ఈపద్ధతే 5వ చిత్రములో చూపబడింది. విద్యుత్ ప్రవాహం, ఉత్పత్తి ప్రారంభంకాగానే నాళికలో ఏవిధమైన మార్పు ఉండదు. సాధారణంగా నాళికలోని గాలి, విద్యుత్ మార్గాన్ని ప్రతిఘటించటంవల్ల, దానిద్వారా ప్రవాహం ముందుకు పోలేదు. అయితే ముందుగానే నాళికలోని గాలి నంతా లాగివేసి అది శూన్యముగా ఉంచగలిగితే, అప్పుడు విద్యుచ్ఛక్తి యిరువైపులాఉన్న లోహఫలకాలమీాదకు ఒక దానిమీాదనుంచి మరొకదానిమీాదకు గెంతటం ప్రారంభిస్తుంది. ఒకచిన్నగాజుఫలకంమీాద యశదగంధకిదమును(Zinc Sulphide) పూసి నాళికలోని ప్రవాహమార్గానికి అడ్డంగా ఉంచితే ఆ విద్యుత్ ప్రభావంవలన వెలుగొందటం ప్రారంభిస్తుంది. వెలుగొందుతున్న యశదగంధకిద ఫలకమును పరీక్షగాచూస్తే ఫలకం అంతటా మిణుకు మిణుకుమని మెరిసే సూక్ష్మకాంతి కిరణాలవల్ల ఈ వెలుగు తయారవుతున్నదని తెలుస్తుంది. యశదగంధకిదముయొక్క కణమునకు ఒకదానికి ఘాత తగిలి అది వెలుగుగా విచ్చిపోతుంది. ఆ తర్వాత యశదగంధకిదముయొక్క మరొక కణమునకు ఘాత తగిలి అదిగూడా వెలుగుగా విచ్చిపోతుంది. ఈ విధంగా ఒకదాని తర్వాత ఒకటిగా అన్నికణములు తేజఃకాంతితో ప్రకాశిస్తాయి. ఈ విధంగా కాంతిరూపంలో విచ్చుతున్న వెలుగు పరిమాణం ఒకేవిధంగాఉంటుంది. దీనివలన, నాళిక మధ్యనుంచి ప్రయాణించే విద్యుత్ప్రవాహము ఒకే సైజుగల కణములతో నిర్మితమైనదనీ, ఈ కణములు యశద

గంధకిదకణములను తాకినప్పుడు తేజఃకాంతి నిచ్చేటట్లు చేస్తుం దనీ తెలుస్తుంది.

నాళికలో మధ్యమార్గముద్వారా ప్రయాణించే ప్రవాహము, యూనిట్లతో నిర్మితమైఉండటమేకాదు; ఆ యూనిట్లు ధనవిద్యుదావేశము కలిగిఉంటాయి. నాళికకు బయట ఒక అయస్కాంతమును ఉంచి ప్రవాహమును వంపు తిప్పుట (Deflecting) ద్వారా యూనిట్లయొక్క ఆవేశము (Charge) ను ప్రయోగరూపమున ప్రదర్శించవచ్చును. నాళికలో ప్రవాహము సన్నగాఉన్నప్పుడు, యశదగంధకిద ఫలకముమీద వెలుగొందే ఒక మచ్చ (Spot) ను ఏర్పరుస్తుంది. అయస్కాంతమును నాళిక దాపునకు తెచ్చినప్పుడు ఆ వెలుగొందే మచ్చ (Glowing Spot) కుడివైపునకుగాని ఎడమవైపునకుగాని, అయస్కాంతము ఉన్నతావునుబట్టి మారుతుంది; ఈ ప్రవాహానికి ఋణవిద్యుదావేశముగలదని సులభంగా తెలుస్తుంది.

ఆంగ్లతత్వవేత్త జె. జె థాంసన్, యీ ప్రవాహం, విద్యుదావేశముగల యూనిట్ కణములతో నిర్మితమైఉంటుందని ప్రయోగంద్వారా తెలియజేశాడు. ఆ కణముల భారములు తెలుసుకోనడంలోకూడా ఆయన కృతకృత్యుడయ్యాడు. ఇది వింత అని తోచవచ్చును. యదార్థానికి దీనిలో అంత వింత ఏమీలేదు. కదలికలోనున్న సరుకుల శకటాలను మరల్చటంకన్న ప్రవాహంవలె ఒకదాని తర్వాత ఒకటిగాపోతున్న బంతుల గతిని సులభంగా మార్చవచ్చును. కదిలే పదార్థం బరువుగలదైనప్పుడు, అది పోతున్న మార్గంనుంచి ప్రక్కకు మళ్ళించడానికి ఎంతో శక్తిని వ్యయపరచవలసి ఉంటుంది.

ముక్కుకు సూటిగాపోతున్న తేలికపదార్థములను సులభంగా స్వల్పమైన శక్తితో వాటి మార్గంనుంచి ప్రక్కకు త్రోసివేయవచ్చును, లేదా మళ్ళించి వేయవచ్చును.

శూన్యనాళికలో ప్రయాణిస్తూఉన్న విద్యుదావేశముతో నున్న కణములను మళ్ళించడానికి అవసరమైన అయస్కాంతశక్తిని కొలవడంద్వారా జె.జె. థాంసన్ వాటియొక్క ద్రవ్యరాసి (Mass) ని కనుగొన్నాడు. అంతకు పూర్వము కనుగొనబడిన తేలికవస్తువులకన్నా ఇవి అతితేలిక అని తేలింది. ఇంతకు పూర్వము కనుగొనబడిన వాటిలోకల్లా ఉదజని పరమాణువు అత్యంత తేలికయైన పదార్థకణముగా ఎంచ బడింది. ఈవిద్యుదావేశముగల ఒక్కొక్క కణము ఉదజని పరమాణువులో 11840 వంతు ఉంటుంది.

ఈ కృషి ఫలితంగా మనకు పదార్థముయొక్క ఒక నూతన యూనిట్ సంప్రాప్తమయినది. ఉదజని పరమాణువున కన్న యిది, 1840 వంతులు తక్కువ భారముకలది. ఉదజని వలెకాకుండా ఒక యూనిట్ విద్యుత్తును యిది తనవెంట తోడ్కొని పోతుంది. యదార్థానికి ఇది విద్యుచ్ఛక్తియొక్క ఒకయూనిట్ ఆవేశముగా థాంసన్‌చూపి ఉన్నాడు. ఆయన యీకణములను ఎలక్ట్రాన్స్ అని పిలిచాడు. అవే విద్యుత్ ప్రవాహంగా ప్రయోగంద్వారా ఋజువుచేశాడు. విద్యుచ్ఛక్తి అనగా ఎలక్ట్రానులు, విద్యుతు ప్రవాహంగా సాగినప్పుడు, ఎలక్ట్రానులు ప్రయాణం ప్రారంభించాయన్నమాట.

అన్ని ఎలక్ట్రానులు ఒకే తీరునఉంటాయి. 5వ చిత్రంలో ఎలక్ట్రానులు ఋణధృవము (Cathod) అని పిలువబడే

ఎడమవైపు లోహఫలకమునుంచి బయటకు వస్తాయి. ఇవి ధన ధృవము (Anode) అని పిలువబడే కుడివైపు లోహఫలకము వద్దకు ప్రయాణంచేస్తాయి. ఈ లోహములు ఏవైనా ఏమీ భేదము ఉండదు ; ఋణధృవమునుంచి విడుదలైనప్రవాహంగా వచ్చే ఎలక్ట్రానులన్నీ ఒకేరీతిన ఉంటాయి. వీటి అన్నిటి బరువూ ఒకటే. అన్నిటికీ ఒకేరకమైన విద్యుదావేశము ఉంటుంది.

శూన్యనాళికగుండా విద్యుచ్ఛక్తి ప్రవహించనప్పుడు ఎలక్ట్రానులు ఎక్కడఉన్నాయి? తీగెలను కలపనప్పుడు విద్యుత్ ఘటములో (Battery) ఎలక్ట్రానులు ఎక్కడ ఉన్నాయి? పవర్ హౌస్‌లో జనరేటర్ తిరగనప్పుడు ఎలక్ట్రానులు ఎక్కడ ఉన్నాయి? ఈ ప్రశ్నలు మనను తిరిగి పరమాణు నిర్మాణము వైపునకు మరలిస్తాయి. విద్యుత్ వలయంలో మీటనొక్కగానే యీ ఎలక్ట్రానులు సృష్టించబడేందుకు అవకాశంలేదు కాబట్టి అవి ఎక్కడో ఉండితీరాలి. అవి ఎక్కడ ఉన్నాయి?

ఎలక్ట్రానులు సర్వసాధారణమైనపదార్థంలోఉన్నాయి. స్థితిజ విద్యుత్తు (Frictional Electricity) నే తీసుకోండి. ఉన్ని గుడ్డలో రుద్దబడిన అంబరునకు ఋణవిద్యుదావేశము కల్గినది. అంటే అంబరు తన ఉపరిభాగము మీద ఎలక్ట్రానులను సంపాదించిందన్నమాట. వాహక (Conducting) తీగెద్వారా ఉపరి భాగమునుంచి ఎలక్ట్రానులను ప్రయోగింపజేసి వాటిని కొలవ వచ్చును. శూన్యనాళికలో ప్రవాహమును కల్పించే ఎలక్ట్రానులు. విద్యుత్ దీపమును వెలిగించే ఎలక్ట్రానులు ఒక్కటే. రుద్దినప్పుడు ఉన్నిగుడ్డనున్న ఎలక్ట్రానులను తొలగించి,

అంబరు తన స్వాయత్తం చేసుకున్నది. దీనిఫలితంగా అంబరు ఋణవిద్యుత్ ఆవేశముగలదీ, ఉన్నిగుడ్డ ధనవిద్యుదావేశము గలదీ అవుతాయి.

అనేక వస్తువులనుండి ఎలక్ట్రానులను సులభంగా వేరు చేయవచ్చును. తివాసిమీద వేగంగా నడచినప్పుడల్లా యీ పనిని మనం చేస్తూఉంటాము తివాసీనుంచి ఎలక్ట్రానులన్నీ గుంజి వేయబడి శరీరం ఉపరి భాగముమీద జేరుకొంటుంది. ఎలక్ట్రానులను మన శరీర ఉపరిభాగమునుంచి భూమిలోనికి జేరవేయగలిగిన వాహక పదార్థమైన లోహమును, మనం తాకినప్పుడు స్పర్శస్థానము (Point of Contact) ద్వారా రవ్వవలె దుముకులు దుముకుతాయి. ఈ సంఘటిత ఎలక్ట్రానుల శక్తి మనకు ముప్పు (Shock) గా పరిణమిస్తుంది.

వస్తువులు ఎంత అమాయికంగా పయికి కనిపించేదిగాక; అనేక పద్ధతులద్వారా వాటిలోని ఎలక్ట్రానులను బయటకు లాగవచ్చును. తోళ్ళు, తివాసులు. రాగి, బంగారము, జున్ను, ఉప్పు, ఆఖరికి నీళ్ళుకూడా ఎలక్ట్రానులనుయిస్తాయి. రేడియో సెట్టులోని శూన్యనాళికలలో జరిగినవిధంగా, శూన్య ప్రదేశములో తీగెను వేడిచేయటం ద్వారా, దానిలోని ఎలక్ట్రానులనన్నింటినీ మరిగించి (Boiling) వేరు చేయవచ్చును. పదార్థ ఉపరిభాగమునకు సమీపమునందువాటిలోకొన్ని ఎలక్ట్రానులు ఉండితీరాలి. వీటిని అతిసులభంగా రుద్దిపారవెయ్యవచ్చును. పదార్థమంతా పరమాణుమయం కాబట్టి, కొన్ని ఎలక్ట్రానులు పరమాణువుల ఉపరిభాగంమీదనో లేక సామీప్యంలోనో ఉండిఉండాలి.

సాధారణంగా-వస్తువులు, వాటి పరమాణువు విద్యుదా వేశదృష్ట్యా తటస్థంగా ఉంటాయి. వాటియొక్క ఉపరి భాగము మీది ఎలక్ట్రానులను గుంజివేసినప్పుడు, వస్తువులు-వాటిలోని పరమాణువులు, ధనవిద్యుదావేశమును చెందుతాయి. ఈ ఎల క్ట్రానులను స్వాయత్తం చేసుకున్నవి, ఋణవిద్యుదావేశమును చెందుతాయి. సామాన్య (Normal) లేక తాటస్థ్య (Newtral) స్థితిలో, పరమాణువులు ధనవిద్యుదావేశముతో చేయబడి, ఋణవిద్యుదావేశము కల ఎలక్ట్రానులలో కలిసిఉన్నట్లుగా గోచరిస్తుంది. పరమాణువులు ఏకజాతీయతకల ఒకేరకమైన బంతులుగా భావించడానికి యిక నేమాత్రము వీలు లేదు. వాటికి ఒక నిర్మాణమున్నది. అధమం ఈ నిర్మాణ ఉపరి భాగమునకు, పరమాణువులు జతలుగాకూడి అణువులుగా ఏర్పడేదానితో సంబంధమున్నది.

రెండు పరమాణువులు కలిసినప్పుడు, తమను కలిపి ఉంచిన బంధమునకు అవి కొంత సహాయం చేస్తవనే విషయం మనం చదువుకుని ఉన్నాము. ప్రయోగములను గురించి విశేష భోగట్టాల జోలికిపోకుండా, బంధమునకు ప్రతి పరమాణువూచేసే సహాయం, ఒక ఎలక్ట్రానును యివ్వటమేనని మనం చెప్పవచ్చును. పరమాణువులను కలిపిఉంచే రసాయన బంధములో, దానిలో పాల్గొంటున్న ఒక్కొక్క పరమాణువునుంచి ఒక్కొక్క ఎలక్ట్రాన్ చొప్పున జోడు ఎలక్ట్రానులను కలిగి ఉంటుంది. ఈవిధంగా ఉదజని, సోడియంలాంటి ఏకబంధన (Monovalent) పరమాణువు ఒక ఉపరిభాగ ఎలక్ట్రాన్‌ను కలిగి

ఉంటుంది. ఈ ఎలక్ట్రాన్‌ను మరొక పరమాణువునకిచ్చి, దాని ఎలక్ట్రాన్‌ను అందిపుచ్చుకోవడానికి సిద్ధంగా ఉంటుంది.

పరమాణువులను బంధించియుంచగల రెండు ఎలక్ట్రాన్‌ల బంధమే దీనికి ఫలితం. ద్విబంధము (Dialent) లైన మూలపదార్థాలకి రెండు ఉపరితల ఎలక్ట్రాన్లు లుంటాయి. వీటిని మరొక ద్విబంధ పరమాణువుగాని లేదా రెండు ఏకబంధ పరమాణువులుగాని తీసుకొని అందుకు బదులు తమ ఎలక్ట్రాన్లను యివ్వవచ్చును. ఇదేవిధంగా త్రిబంధ (Trivalent) పరమాణువులు.

నీటికి ఈ బంధనాలను వేరుచేయగల ఒక ప్రత్యేక సామర్థ్యం ఉన్నది. పరమాణువులలో ఒకటి, ఎలక్ట్రాన్‌ను వదులుకుని ఋణవిద్యుదావేశముగలది అవుతుంది. మరొక పరమాణువు, ఎలక్ట్రాన్‌ను అందుకొని ఋణవిద్యుదావేశము చెందుతుంది. సర్వసామాన్యమైన ఉప్పును సోడియం క్లోరైడ్ అని అంటారు. Nacl అని వ్రాస్తారు. దీనిలో Na అనేది నాట్రియం లేక సోడియమునకు గుర్తు. జీవితమంతా ఉప్పును తినే మనకు యిది తాటస్థ్యపుటణువు (Newtral Molacule) అని తెలుసు. సోడియం క్లోరైడ్ నీటిలో కరిగినప్పుడు, సోడియం ఒక ఎలక్ట్రాన్‌ను వదులుకుని ధనవిద్యుదావేశముగల Na + అవుతుంది, ఈ ఎలక్ట్రాన్‌ను క్లోరిన్ గ్రహించి Cl అవుతుంది.

ఇప్పుడు ఈ లవణ ద్రవములో విద్యుత్ ప్రవాహమును గనక పంపించినట్లయితే Na +కాథోడ్ లేక ఋణధృవము వద్ద ఋణవిద్యుదావేశమును అందుకుంటేంది; తాటస్థ్య

సోడియం పరమాణువుగా మారి కాథోడ్ మీదకు జేరుతుంది. కొంత పెద్దసంఖ్యలో సోడియం పరమాణువులు ఋణధ్రువము మీదకు చేరడానికి ఎంత పరిమాణము విద్యుత్ లేక ఎలక్ట్రా న్లు అవసరమవుతాయో మనము కొలతవలన గుర్తించ వచ్చును. ఈ పరిమాణాన్ని ఒక ఫారడే (Faraday) విద్యుత్ అని అందాము. ద్రవములో నుంచి అదేసంఖ్యగల పరమాణు వులను వేరుచేయడానికి ఎంత విద్యుత్ కావాలోగూడా మనం కొలవవచ్చును. ఫలితం రెండుఫారడేల విద్యుచ్ఛక్తి. ఈవిధంగా సోడియం పరమాణువుతయారయినట్లు, ఒక తాటస్థ్యం తామ్ర పరమాణువు రూపొందడానికి దానికన్న రెండురెట్లు ఎలక్ట్రా న్లు అవసరమౌతవి. మరొకవిధంగా చెప్పవలెనంటే ద్రవ ములో తామ్రము Cu++ సోడియం Na +. తామ్రము ద్విబం ధయుతము (Devalent.) సోడియం ఏక బంధయుతము (Mono-valent.) ఈ పద్ధతి ఇక్కడ ఒక్కచోటనేకాదు. సోడియం' తామ్రములులో నయ్యే అన్ని రసాయన పరివర్తనాలలోను యిదేవిధంగా ఉంటుంది. ఇలాగునే అల్యూమినం త్రిబంధ యుతము (Trivalent) అని మనకు తెలుస్తుంది. ద్రవములో నుంచి తటస్థీకరించి వేరు చేయుటకుగాను మనకు ఎలక్ట్రాన్లు కావలసి ఉంటుంది. కాబట్టి యీ ద్రవములు Al +++.

Na + లేక Cu ++ లేక Cl – మొదలైన పదార్థము లును విద్యుదావేశస్థితిలో, సర్వసాధారణంగా అయోనీ కరణ ములనీ (Ionized) విద్యుదావేశము చెందిన వేర్వేరుపరమాణు వులను అయనము (Ions) అనీ అంటాము. అయనమునకు గ్రీకు భాషలో సంచారి (Wanderer) అని అర్థము. విద్యుత్ క్షేత్రము

(Electric Field) లో సంచరించేవి గనుకనే విద్యుదావేశ పర మాణువులకు యీపేరు వచ్చినది.

పరమాణువు బిలియర్డ్స్ బంతి ఆకారంలో ఉంటుందని చెప్పేరోజులు పోయినవి. దానిస్థానంలో ఉపరి భాగమునందు సులభముగా వేరుచేయుటకు వీలైన ఎలక్ట్రానులు కలిగిన విద్యుత్ తాటస్థ్య నిర్మాణము ఆక్రమించుకున్నది. పర మాణువును గురించి యిదమిద్ధంగా పందొమ్మిదవ శతాబ్దాంత మునకు తెలిసిన విషయము యిదే. అయితే భవిష్యత్తులో పరమాణుబాంబు నిర్మాణమునకు ఉపకరించగల అనేకవిష యములకు సంబంధించిన అనేక ప్రయోగములు చివరి అయిదు సంవత్సరములలోను జరిగినవి. ఈ ప్రయోగముల ఫలితంగా X కిరణాలు, రేడియోధార్మికత (Radio activity) కనుగొన బడినవి.

3. పరమాణు అంతర్భాగమునుంచి కిరణాలు:

ఎలక్ట్రానులను ఎట్లా కనుగొన్నదీ వివరించి చెప్పి నప్పుడు, లోహవిద్యుత్ ధృవములు బంధింపబడియున్న నాళి కలో ఏమి జరిగేదీ మీకు విశదీకరించి ఉన్నాను. ఇలాంటి నాళికలను నిర్మించటం చాలా కష్టసాధ్యమైనపని. దీనికి ఎంతో నేర్పు అవసరం. గాజు నాళిక మధ్యనుంచి తీగెలను పోనిచ్చి లోహఫలకాలకుతగిల్చి, బయటనున్న విద్యుదుత్పత్తి స్థానము నకు వాటిని జోడించాలి. తీగెలను కలపడం నాళికనుంచి గాలి తీసివేసి శూన్యం చేయడం చాలాకష్టం. జర్మనీ దేశంలో

హ్యానిచ్ గ్లెస్లెర్ అనే సమర్థుడైన గాజుగొట్టములు ఊదేవాడు (Glass flower) ఉండేవాడు. గాజునాళికలో తీగెలను మెలి పెట్టగల తెలివితేటలను సంపాదించాడు. నాళికలో గాలియంతా వినియోగపడినప్పటికీ ఆతీగెల మెలిమాత్రం చెక్కుచెదిరేది కాదు. ఈకారణం వల్లనే యీ నాళికలకు గ్లెస్లెర్ నాళికలు అని పేరు వచ్చింది.

ఈవిధమైన గ్లెస్లెర్ నాళికలోనే జె. జె. థాంసన్ ఎల క్ట్రానులను కనుగొన్నాడు. వాటి ద్రవ్యరాసి (Mass) ని, విద్యుత్ప్రేరణ (Charge) ని కనుగొన్నాడు. కాంతి స్ఫోరక (Fluorsent) మైన యశత గంధకిద ఫలకము మీాది అగాదు (Inpact) తో గ్లెస్లెర్ నాళికలోని ఎలక్ట్రానుల ప్రవాహమును కంటికి కనిపించునట్లు చేయవచ్చును. యశద గంధకిద ఫలక మీాది అగాదు కారణంగా వెలువడే కాంతి కిరణములను బట్టి ఎలక్ట్రాన్ అగాదులను దేనికది విడిగా లెక్కించవచ్చును.

గ్లెస్లెర్ నాళికలో విడుదలఅయ్యే కాంతి కిరణాలు చూడముచ్చటగా ఉంటవి. పదార్థతత్వవేత్త ప్రయోగశాల లోని వస్తువులన్నిటిలోకి విద్యార్థులకు దీనియందే ఆసక్తి ఎక్కువ అవుతుంది. క్రితం శతాబ్దాంతమునకు చాలామందికి దీనితో పరిచయం కలిగింది. కాని 1895 వరకు నాళికల పల భాగమునందు కాథోడ్ కిరణాలు అని పిలువబడే ఎలక్ట్రానుల ప్రవాహంవల్ల కలిగే ఫలితాలమీాదనే అందరి దృష్టి కేంద్రీక రింపబడిఉన్నది. గాజునాళిక లేక ఏనోడ్ ఫలకము, లేదా ఎనోడ్ దగ్గరనున్న కాంతి స్ఫోరక తెరమీాదనే దృష్టిపడేది.

1895లో జర్మన్ తత్వవేత్త విల్ హెల్మ్ K. రొయింట్జెన్ గ్లాసుద్వారా ఎనోడ్ వద్దనుంచి ఏదో వెలువడుతున్నట్లు అది, అన్ని వైపులా చెల్లాచెదరౌతున్నట్లు గ్రహించాడు. గైస్లెర్ నాళికను నల్లని కాగితంతో పూర్తిగా కప్పివేసినప్పటికీ, నాళికకు బయట దగ్గరలో ఉన్న యశద గంధకిదము యొక్క తెర వెలుగొందటంవల్ల ఆయన యీ నూతన ప్రకృతిని గుర్తించగలిగాడు. ఏనోడ్ కి సమీపంలో కాంతిస్ఫోరకత్వము అధికంగా ఉన్నదనీ, అందువల్ల ఏనోడ్ దేనినైతే యిస్తోందో అది గ్లాసుకు కాగితాన్నిగూడా చొచ్చుకుపోయి యశదగంధ కిదమును తాకుతున్నదని ఆయన గ్రహించాడు.

రొయింట్జెన్, యిలా విడుదల అవుతున్నవాటిని X - కిరణాలు (X - Rays) అని పేరుపెట్టాడు. అవి వెలుగుకిరణాల వలె చరించునవేగాని వెలుగుమాత్రం కాదు, పైగా దాని స్వభావం గూడా తెలియదు. అవి ఎలక్ట్రానులుమాత్రంకావు. ఎందువల్లనంటే ఎలక్ట్రానులు గ్లాసును కాగితమును చొచ్చుకుని పోలేవు. కాని ఈ X - కిరణములుమాత్రం సులభంగా రెంటిని చొచ్చుకొని పోగలవు.

ఈ X - కిరణాలు అనేవి కాంతికిరణాలను పోలివున్నాయని మనం తెలుసుకున్నాము, వాటికిగల పోలికలు తేడాలు గూడా తెలుసుకోవాలి. కాంతికిరణాలకన్నా X - కిరణాలు తరంగ నిడివి (Wave length) తక్కువ. పైగా వస్తువులనుండి చొచ్చుకపోగల శక్తి వీటికిఉంది. సామాన్యమైన వెలుగు, అనేక తరంగాల క్రమంతో నిర్మింపబడుతుంది. X - కిరణాల నిర్మాణంగూడా అంతే. వీటికిగల తేడా తరంగనిడివిలో

ఉన్నది. పోల్చిచూస్తే కాంతికిరణాలకన్నా X - కిరణాలు నిడివిలో చాలా తక్కువగా ఉంటాయి. గైస్లెయిర్ నాళికలో ప్రయాణించే విద్యుత్ ప్రవాహబలం (Voltage) మీద వాటి యదార్థతరంగ నిడివి ఆధారపడి ఉంటుంది.

X - కిరణాలను గురించి యింతకన్నా అధికంగా చెప్పవలసింది ఏమీలేదు. ఎందువల్లనంటే యీ రోజుల్లో X - కిరణాలను గురించి తెలియనివారు ఎవ్వరూ ఉండరు. శాస్త్రవేత్తల ఆటవస్తువులైన యీ X - కిరణాలు రోగ నిర్ణయమునకు, వైద్యచికిత్సా విధానమునకు ముఖ్యావసరములైన పరికరాలుగా రూపొందినవి. దంతవైద్యులు ఉపయోగించే చిన్న నమూనా మొదలు కాన్సర్ మొదలైన వ్యాధుల చికిత్సకు ఉపయోగించే పెద్దపెద్ద యంత్రాల వరకు యివి రూపధారణ చేస్తవి. X - కిరణనాళికల రకములు, సైజులు, ఆకారములు, శక్తులు - దేనికొరకైతే ఉపయోగిస్తారో ఆ కార్యకలాపం మీద ఆధారపడిఉంటవి.

మన ప్రస్తుత కథాక్రమంలో X - కిరణాలకి ప్రముఖస్థానమున్నది. వాటినిగురించి సంజాయిషీ చెప్పవలసిఉన్నది. గైస్లెయిర్నాళికలో, ఎలక్ట్రానులుతాకినప్పుడు ఏనోడ్ లోహఫలకమునుంచి యివి విడుదల అవుతున్నవని మనకు తెలుసు. వీటిని ఏవి ఉత్పత్తిచేస్తున్నవి? ఇవి ఎక్కడనుంచి వస్తున్నవి? గమనము (Motion) లోనున్న ఎలక్ట్రానులు, లోహపరమాణువులను తాకినప్పుడు వాటినుంచి యీ X - కిరణాలు ఉత్పత్తి అయితీరాలి. ఇవి ఏ ఏవిధంగా, ఎందువల్ల ఉత్పత్తి అవుతున్నాయి? అయితే ఇంతలోనే రేడియో ధార్మికత (Radio

Activity) అనే వింత విషయాన్ని కనుగొనడంవల్ల X – కిర ణాల ఉత్పత్తిని గురించి శాస్త్రజ్ఞులు ఏ విషయమూ సిద్ధాంతీక రించి చెప్పడానికి వెంటనే అవకాశం కలుగలేదు.

4. పరమాణువుల అంతర్భాగమునుంచి శక్తి:

యశదగంధకిద తెర కాంతి స్ఫోరకత్వమునుబట్టి రెయిన్‌ట్జెన్ X కిరణములను కనుగొన్నాడు. యశద గంధకిద ముతో బాటు అనేక యితర పదార్థములకు గూడా కాంతి స్ఫోరకత్వమున్నది-హెన్రీబెక్యురెల్ అనే తత్వవేత్త యిలాంటి పదార్థములను తరగతి వారీగా విభజించి వాటి ధర్మాలను తెలుసుకున్నాడు. ఈ విషయంలో ఆయన తండ్రికిగూడా అద్భుత పరిజ్ఞానం ఉన్నది.

కొన్ని పదార్థములను చాలసేపు వెలుతురులో వుంచి హఠాత్తుగా చీకటి ప్రదేశంలోనికి తీసుకొనివస్తే అవి కొంత సేపటివరకు కాంతితో వెలుగుతూ ఉంటవి. ఇలాటి భాస్వర స్ఫోరకత్వమును (Phosphorescence) ఉత్పత్తి చేయగల శక్తి, సూర్యకాంతికి గలదని ప్రయోగములద్వారా నిర్ధారణమైనది. అదృశ్య అల్ట్రావైలెట్ కాంతియే దీనికి మూలకారణం. అల్ట్రావైలెట్ పారదర్శక(Transparent) నాళికలోని విద్యుత్ పాదరసపు టావిరి (Electric Mercury vapour) అతి శక్తివంత మైనది. ఖనిజములు (Minerals) అదృశ్య అల్ట్రావైలెట్ కాంతిని పీల్చుకుని, వెనువెంటనే దృశ్యవెలుగునువిడుదలచేస్తవి.

మరొక కథఉన్నది: ఇలాంటి ఖనిజములు సూర్యుని వెలుగులోనుండి తీసినప్పుడు సామాన్య గోచర (visible)

కాంతిని విడుదల చేయుటతోబాటు అగోచర (Invisible) కాంతిని రాయిన్ట్జన్ కనుగొన్న కిరణములకన్న శక్తిగల కిరణములను ఉత్పత్తి చేయవచ్చునని బెక్యురెల్ ఊహించాడు. అందువల్ల జాగ్రత్తగా కాగితంతో చుట్టచుట్టిన ఛాయాచిత్ర ఫలకము మీద ఒక పళ్ళెమును ఉంచి దానిలో కొన్ని ఖనిజాలను పేర్చాడు. ఈవిధంగా ఏర్పాటుచేసి సూర్యుని వెలుగులో ఉంచాడు. శక్తి వంతములు, అగోచరములు అయిన కిరణములు కాంతిస్ఫోరక ముగా గనక విడుదల అయినట్లయితే అవి కాగితముగుండా చొచ్చుకొనిపోయి, ఛాయచిత్రఫలకంమీద పొగమంచు (Fog) కప్పుతాయి అని ఆయన అభిప్రాయం. ఈ అభిప్రాయమును ఋజువు చేయనటుల కొన్ని ఖనిజాలతో పొగమంచు ఫలకాల మీద రూపొందింది.

ఇంతటితో ముగియలేదు. ఈకథ యింకా ముందుకు సాగుతుంది. 1896 వ సంవత్సరం, శీతాకాలం, పారిస్ నగ రంలో ప్రతిరోజూ సూర్యుని దర్శనంకాదు. బెక్యురారెల్ తన ఖనిజ సామగ్రినంతా ఒక పళ్ళెములో కాగితము చుట్టిన ఛాయాచిత్ర ఫలకంమీదపెట్టి, సూర్యుడు ఎప్పుడు కనిపిస్తే అప్పుడు బయటకు తీయవచ్చుననే ఉద్దేశ్యంతో తన ప్రయోగ శాల (Laboratory) లోని ఒక డ్రాయరులో నుంచాడు. చాలా రోజులవరకు సూర్యుని దర్శనంకాలేదు. సరే, మరే ప్రయోగంకోసమన్నా ఉపయోగించుకోవచ్చునుకదా అని, ఆ ఫలకాన్ని బయటకుతీశాడు. దానిని డెవలప్ చేసి చూడగా ఆ ఫలకమంతా మసకమసకగా పొగమంచు కప్పినట్లు కన్పిం చింది. సూర్యకాంతిలోనుంచి తీసిన ఖనిజకాంతి స్ఫోరకత్వము

వలన ఛాయాచిత్ర ఫలకంమీద ఏ విధమైన మార్పు వచ్చిందో యిప్పుడూ అట్టి మార్పే కనిపించింది. దానితో ఆయన ఆశ్చర్యానికి అంతులేకుండాపోయినది. కాబట్టి ముందుగా సూర్యకాంతి ప్రభావం లేకపోయినా చీకటిలో సహితం యీఖనిజం కొన్ని కిరణాలను విడుదలచేయటం, అవి కాగితంలోనుంచి దూసుకునివెళ్ళి ఛాయాచిత్ర ఫలకంమీద మబ్బుకమ్మటం జరిగిందన్నమాట

తర్వాతజరిగిన అనేకప్రయోగములవలన ఇంకా అనేక ఖనిజాలకు యిట్టి లక్షణాలు ఉన్నవని తేలింది. మరికొన్ని శాస్త్రపరిశీలనవలన, యురేనియం అనే మూలపదార్థమును కలిగిఉన్న ఖనిజములు మాత్రమే తమంతటతాముగా వస్తువులలో చొచ్చుకొని పోగల అగోచర రేడియో ధార్మికతను విడుదల చేయగలవనీ, చాయాచిత్రఫలకంమీద విస్తరించిన మబ్బునుపట్టి, ఆ యా ఖనిజములోనున్న యురేనియం పరిమాణముమీద ఆధారపడిఉండునని తేలినది. అద్భుతమైన తేజో తరంగప్రసారమును విడుదలచేయగల యిట్టి పదార్థములకు బెక్కూరెల్ రేడియో యాక్టివ్ పదార్థములనిపేరుపెట్టాడు.

బెక్యూరెల్ సహాధ్యాయుడైన పెయిరీక్యూరీ అతని భార్య మేరిక్యూరీలకు ఈ విషయమునందు అమిత ఆసక్తి కలిగినది. పదార్థములలో చొచ్చుకుని పోగల యీ తేజఃప్రసారము (Radiation) ఏ ఏ ఖనిజములద్వారా లభ్యమౌతుందో ఆవిషమును పరిశీలించవలసినదిగా మేరీక్యూరీకి బెక్యురెల్ సూచించాడు. ఆమె తనకృషి ప్రారంభించినది. యురేనియంతోబాటు మరొక మూలపదార్థమునకుగూడా తేజః ప్రసారగుణమున్న

ట్లుగా మేరీ కనుగొన్నది. ఈ మూలపదార్థమే థోరియం. చీకటిలో ఛాయాచిత్రఫలకమును మబ్బుగాచేయు సామర్థ్యము, ఆయాఖనిజములలో ఎన్నోవంతు థోరియంపదార్థంఉంటుందో దానిమీద ఆధారపడిఉంటుందని, క్యూరీదంపతులు ప్రయోగముద్వారా ఋజువుచేశారు.

అయితే దీనికొక మినహాయింపు ఉన్నది. నల్లటి పిచ్ బ్లెండ్ (Pitch Blend) అనే ఖనిజం ఉన్నది. దీనిలో యురేనియం ఉన్నప్పటికీ, ఉన్న యురేనియమునకన్నా ఎన్నో రెట్లు తేజః ప్రసారమును విడుదల చేస్తోంది. కాబట్టి యురేనియం థోరియంలే కాకుండా తేజఃప్రసారము నివ్వగల మరొక మూలపదార్థంగూడా ఉండితీరాలని క్యూరీదంపతులు అనుమానించారు. ఇదేగనక నిజమైతే యీ మూలపదార్థము, యురేనియమునకన్నా ఎంతో శక్తివంతమైనదై ఉండాలి. పిచ్ బ్లెండులో అధికభాగం యురేనియం ఉన్నది. చీకటిలో ఉంచిన ఛాయాచిత్రఫలకం పూర్తిగా నలుపుచేయగలశక్తి సామర్థ్యములు, పిచ్ బ్లెండ్ లో యురేనియం పోను మిగులు భాగమైన ఆ అంతుతెలియని పదార్థమునదై ఉండితీరాలి.

మిగతా కథను యిక్కడ వివరించిచెప్పవలసినపనిలేదు; ఈ విషయమునుగురించిన భోగట్టా అంతా పుస్తకములు, వార్తాపత్రికలు చలనచిత్రములద్వారా అందరికీ తెలిసినదే. ఈ సమస్యను తీసుకుని క్యూరీదంపతులు అనేకసంవత్సరములు కృషిసల్పారు. తమయొక్క కృషిఫలితంగా తాము అనుమానించిన ఏ మూలపదార్థమైతే గలదో దానిని కనుగొన్నారు. ఈ నూతన మూలపదార్థమే రేడియం.

పంధొమ్మిదవ శతాబ్దిలోది భాగంలో రేడియంను గురించి రేడియో ధార్మికతను గురించిన భోగట్టా పదార్థతత్వ వేత్తలకు సులభంగా సుబోధకం కాలేదు. 1900 సంవత్సరము నందు పారిస్‌లో జరిగిన రేడియం, రేడియోధార్మికతలను గురించిన ప్రయోగప్రదర్శనములను చూచిన స్మిత్ సోనియన్ విద్యాలయ పదార్థతత్వవేత్త S. P. లాంగ్‌లే, వికలచిత్తుడైనట్లుగా హెన్రీ ఆడమ్స్ ఉల్లేఖించి యున్నాడు. ఈమూలపదార్థములు బయటినుంచి ఏశక్తినీ గ్రహించకుండానే, వస్తువులలోనికి చొచ్చుకొని పోగల బలమైన కిరణములను, ఏకధాటిగా విడుదలచేస్తున్నవి- ఈకిరణములు ఎక్కడనుంచి వస్తున్నవి? యురేనియం, థోరియం రేడియం పరమాణువులలోనుంచి రావలసిందే, మరోమార్గం లేదు. అట్లాఅయితే యీ పరమాణువుల నిర్మాణం ఏవిధంగా ఉంటుంది? పూర్వపు ఏకజాతి బంతులవలె యివిఉండటానికి ఏమాత్రము వీలులేదు; పైకి ఏవిధమైనమార్పు కలుగకుండా అతి శక్తి వంతములైన కిరణములను విడుదల చేసేందుకువీలుగా వీటిఅంతర్ నిర్మాణం ఎంతోలోతుగా ఉండిఉండాలి.

5. పరమాణువుల అంతర్ భాగమునుంచి ముక్కలు

రేడియో, రేడియోధార్మికతలను గురించి తెలుసుకున్న మనం, యిరవయ్యో శతాబ్దంలో అడుగుపెడుతున్నాము. రేడియం, దానికి సంబంధించిన సంయోగపదార్థములను గురించి క్యూరీదంపతులు అనేక రసాయన ప్రయోగములను జరిపారు.

కృషికి ఫలితంగా 1903 లో నోబెల్ బహుమానము వారికి లభించింది. రేడియోధార్మికతకు సంబంధించిన భౌతికధర్మాలే మన కథకు ముఖ్యముగా కావలసినది. ఈ పదార్థభౌతిక లక్షణములను గురించి అనేకమంది పరిశీలనలు జరిపారు. వీరిలో, ఇంగ్లండులోని కేంబ్రిడ్జిలోను, మాంచెస్టర్‌లోను ప్రయోగములు జరిపిన ఎర్నెస్ట్ రూథర్‌ఫర్డ్‌ని ముఖ్యంగా పేర్కొనవలసిఉన్నది.

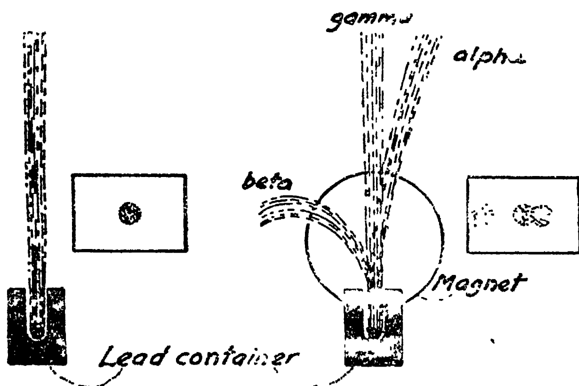
పూర్తిగా కప్పివేయబడిన ఛాయాచిత్ర ఫలకమును రేడియో దగ్గరగావుంచి, ఆ తర్వాత దానిని డెవలప్‌చేస్తే వెలుగు సోకినట్లుగా నల్లబడిఉంటుంది. ఇదే దీని మూలప్రకృతి (Basic Phenomenon)- అదేవిధంగా యశదగంధకిదముతో పూతపూయబడిన గాజు ఫలకమును రేడియోవద్దకు చీకటిలో గొనివస్తే అది కాంతితో వెలుగొందుతుంది. ఈ సూత్రమును ఆధారముచేసుకునే గడియారములలో స్వయంప్రకాశ (Luminous) ములైన డయల్సు అమరుస్తున్నారు. యశదగంధకిదము, రేడియం నలుసులూ కలిసినదే రేడియం పెయింట్. రేడియం నలుసులు, యశదగంధకిదము వెలుగొందునట్లు చేస్తాయి. రేడియంనుంచి వెలువడే కిరణపదార్థస్వభావములను గుర్తించుటకుగాను, యశదగంధకిదము, ఛాయాచిత్ర ఫలకములు యీరెండూ సాధనములుగా ఉపయోగపడినవి.

ఈ పనికోసం ఎటువంటి ప్రయోగములు జరుపబడినవో 6 వ చిత్రములో సూచింపబడినది. రేడియమును సీసపుపెట్టెలో బంధించి ఉంచాలి. లేకపోతే దాని విడుదల అయ్యే కిరణాలవల్ల ప్రాణాపాయము సంభవించవచ్చును. ఒక వైపున

మూసియున్న పొడుగాటి సన్నని సీసపు (Lead) నాళికను ఊహించండి. దానిలో అడుగు భాగాన కొద్ది రేడియం కణములు ఉన్నవనుకోండి. పొడుగుపాటి సన్నని నాళికను తీసుకొనడానికి కారణం ఏమంటే రేడియం విడుదలచేసేది నాళిక పొడుగునా ప్రయాణించి ఒక ఋజు రేఖ (Straight Line) లో కిరణరూపాన్న బయటకు వచ్చివేస్తుంది. నాళికముఖద్వారము నుంచి వేర్వేరు దూరములలో ఛాయాచిత్ర ఫలకమును పెట్టి ఏఏసైజులలో మచ్చలు ఏర్పడుతున్నాయో గుర్తించి తద్వారా ఈకిరణముయొక్క రూపమును లక్షణములను తెలుసుకొనవచ్చును. ఇంతకన్న యశదగంధకిదమును పులిమిన తెర నుపయోగించటం మరీమంచిది. సీసపు నాళిక ముఖద్వారమునకు సమీపంలో ఉంచిన తెరమీద, అంతే కైవారంగల వలయం ఏర్పడుతుంది. ముఖద్వారమునకు దూరంగా తెరను జరుపుతు పోతున్నప్పుడు, వలయం కొద్దిగా వెలుగుతోంది. దీనినిబట్టి కిరణం ఋజుపంక్తిలో పుష్టిగా నున్నదని, కాని కొద్దిగా వంపు తిరిగిఉన్నదనీ తెలుస్తుంది.

ఇప్పుడు కిరణానికి దగ్గరగా శక్తివంతమైన అయస్కాంతమును తీసుకుని రండి. కాంతిస్ఫోరకవలయంలో ఎట్టి మార్పు వస్తుందో పరిశీలించండి. అది అక్కడేఉన్నది కాని బలహీనమైనది. దీని అర్థం ఏమిటి-ఋజుమార్గంలోపోయే కిరణం పూర్వపు మాదిరే వంగిపోకుండా అక్కడేవున్నది. కాని దాని ఉధృతం తగ్గింది. ముఖద్వారమునకు చుట్టూఉన్న ప్రాంతమును, కాంతిస్ఫోరక తెరతో అన్వేషిస్తే కిరణము బలహీనమవడానికి కారణమేమైనదీ బోధపడుతుంది. ఒక వలయాకృతి

గల మచ్చకుబదులు మూడువలయాకృతులుగల మచ్చలుమనకు కనిపిస్తాయి ఒకటి మధ్యవలయం. దానికి యిరుప్రక్కలా అటూ యిటూ రెండు వలయాలు. అయస్కాంతమును తొలగించండి. ఈమూడు వలయాలూ ఒక్కగెంతులో కలిసిపోయి ఒకే కేంద్రకిరణంగా ఏర్పడుతవి. అయస్కాంతమునుతిరిగి తీసుకురండి: కిరణం మూడుగా విడిపోతుంది. దీనినిబట్టి రేడియం మూడురకాలైన కిరణాలను విడుదల చేస్తోందని బోధపడుతుంది. రూథర్ ఫోర్డ్ వీటిని 'ఆల్ఫా' 'బీటా' 'గామా' కిరణాలని పిలిచాడు.



6 వ పటము

నూతన పరిశీలనలు, యీ మూడురకములైన కిరణముల యొక్క స్వభావగుణములను తెలుసుకునేందుకు అవకాశం కలిగించినవి. అయస్కాంతమువలన ఆల్ఫాకిరణము వంపు తిరిగినపద్ధతిని అనుసరించి దానికి ధన విద్యుత్ ప్రేరణగలదని

చూపవచ్చును. అంతేగాకుండా అతిశక్తివంతమైన అయస్కాంతము వలన కూడా అది స్వల్పంగా మాత్రమే వంపు తిరుగుతున్నది. కాబట్టి బరువైన విద్యుత్ ప్రేరణ కణములతో యిది రూపొంది ఉండవచ్చును. ఈ కణములకు ఆల్ఫాకణములని పేరుపెట్టారు.

వంపుతిరగని కిరణమునకు ఆవలివైపున ఉన్నది బేటా కిరణము. అయస్కాంతమువలన అతిసులభంగా వంపుతిరిగిన పద్ధతినిబట్టి దీనికి ఋణవిద్యుత్ప్రేరణ కలదని చెప్పవచ్చును. అంతే గాకుండా, ఆల్ఫా కిరణమునకన్నా అధికంగా యిది వంపు తిరిగినది; కాబట్టి దీనియొక్క ఋణవిద్యుత్ ప్రేరణగల్గిన కణములు ఆల్ఫాకణములకన్నా ఎంతో తేలికైనవి. ఋణ విద్యుత్ బేటాకణములను సులభముగా గుర్తుపట్టవచ్చును. ఇవి ఎలక్ట్రానులు. విద్యుదావేశముకల్గిన అంబరు కడ్డీలోను, గైస్లెయిర్ శూన్యనాళికలోను కనిపించిన ఎలక్ట్రానులనుపోలినవే యీ ఎలక్ట్రానులుకూడా.

ఇక పోతే, ఏ విధమైన వంపూలేకుండా నిటారుగానున్న గామా కిరణమే X-కిరణములుగా గుర్తించబడింది. ఈ కణములకు విద్యుదావేశములేదు. గైస్లెయిర్ నాళికలోని ఏనోడ్ ద్వారా వెలువడి గ్లాసులోనుంచి బయటకు వచ్చే కిరణాలను పోలినవే ఈ కిరణాలుకూడా.

రేడియం విడుదలచేసే మూడు పదార్థాలలోను – ఎలక్ట్రానుల, X – కిరణాలు, మన పురాతన మిత్రులేనని తెలిసిపోయింది. అయితే ఆల్ఫాకణములనేవి మాత్రం కొత్తగా వచ్చినవి. రూథర్‌ఫోర్డ్ మొదలైన పండితులు ఈ ఆల్ఫాకణముల

ధర్మములు తెలుసుకొనుటకు అనేక పరిశోధనలు జరిపారు. ఈ కణముల బరువు ఉదజని పరమాణువు బరువుకన్న నాలుగు రెట్లు ఉంటుంది. కాంతి వేగంలో పదవవంతు గతివేగంతో (Velocity) యివి ప్రయాణిస్తాయి. అయితే యివి ఏమిటి? జడవాయువైన హీలియంయొక్క పరమాణు భారము 4, అంటే ఉదజని పరమాణు భారమునకన్న నాగులు రెట్లు అధిక భారము కలదన్నమాట. కాబట్టి ఆల్ఫాకణముల స్వరూప మును గురించి ఊహించవచ్చును. కాని 1900 నాటికి, ఉన్నత వాయువు (Noble Gas) హీలియమ్‌ను గురించి అంత బాగా తెలియదు – అనే విషయం మనం గుర్తుంచుకోవాలి. ఆ తర్వాతనే ఆల్ఫాకణము అనేది, అయోనీకరణమునకు చెందిన హీలియం పరమాణువుగా గుర్తించబడినది; హీలియం పర మాణువునుంచి రెండు ఎలక్ట్రానులు తొలగించివేయబడినవి, కాబట్టి దానిని He + + అని వ్రాయవచ్చును.

ఈ మూడు కిరణములకు తోడుగా, రేడియం లేక రేడియమును కలిగిన ఖనిజముల చుట్టూఉండే వాయువు, మంచి విద్యుత్ వాహకం (Conductor) అని తెలుసుకొనబడింది. విద్యుచ్ఛక్తి ఒకచోటనుండి మరొకచోటికి వెళ్ళటానికి అవకా శం కల్పించేదానికి విద్యుద్వాహకం అంటారు. కలుగచేసుకుం టున్న పరమాణువులు విద్యుదావేశము చెందుటయో, లేక అయోనీకరణము చెందుటయో జరిగినప్పుడు, విద్యుత్ప్రవాహ మార్గము ఏర్పడుతుంది. రేడియంను ఆవరించియున్న వాయువు అయోనీకరణము చెందునటుల 'ఏదో' విడుదలచేయబడింది.

అంతేగాకుండా, కొంత పరిమాణంలో ఉష్ణముగూడా నిల కడగా ఉత్పత్తి అవుతుంది.

రేడియం యీవస్తువుల నన్నింటినీ అన్నిసమయాల లోనూ యిచ్చివేస్తూనేఉంటుంది. ఇది యీవిధంగా విడుదల చేసే తేజోతరంగములయొక్క, కణములయొక్క గతి వేగములో - వెలుగు, వేడిమి, విద్యుచ్ఛక్తి మొదలైన బహిరంగ శక్తుల ప్రభావము ఏమీ మార్పు తీసుకొనిరాలేదు. రేడియం నుంచి బహిర్గతములయ్యే పదార్థములతో బాటు ప్రచండమైన శక్తులుగూడా విడుదల అవుతవి. ఆల్ఫాకణము అత్యంత వేగంగా ప్రయాణిస్తుంది, కాబట్టి దీనిలో ఎంతో శక్తిఉంటుంది. ఎలక్ట్రానులయిన బేటాకణములుగూడా అత్యధిక వేగంతో ప్రయాణం చేస్తాయి. ఆల్ఫాకణములకన్న చాలాచిన్నవి అగుటవలన వాటినుంచి విడుదల అగు శక్తి అంత అధికంగా ఉండదు. కాని వాటి పరిమాణానికి ఆశక్తి అధికమే అన వచ్చును. ఇంక X-కిరణాలు ఉష్ణము ఉన్నాయి.

అది అంతులేకుండా, రేయింపవలనక, యిది యీ విధంగా సాగిపోతూనే ఉంటుంది. ఈ ఎలక్ట్రానులను, ఆల్ఫా కణములను, గామాకిరణములను, ఉష్ణమును తరిమికొట్టేశక్తి (Energy) ఎక్కడనుంచో ఒకచోటనుంచి రావాలి. ఆల్ఫా కణములు, ఎలక్ట్రానులు తమంతట ఎక్కడనుంచో రావలసి ఉంది. పరమాణు ఉపరిభాగమునుంచికాకుండా అంతర్భాగము నుంచి మాత్రమే అవి రాగలవు. అణువులో పరమాణువుల పునర్ వ్యవస్థీకరణమువలన యిలాంటి భారీఎత్తున కణములను గాని శక్తినిగాని విడుదలచేయడానికి అవకాశం ఉండదు.

సంయోగపదార్థపు టణువులందలి పరమాణు బంధముల మార్పిడివలన మనకు తెలిసిన శక్తులన్నీ విడుదల అవుతున్నవని యిదివరలో గుర్తించాము. అగ్నిజ్వాలమునకు, ఇంధనము (Fuel) నకు, ప్రేలుడుపదార్థము (Explossive) నకు యీ రసాయనశక్తులు ఉపకరిస్తున్నవి. రసాయన పరివర్తనము (Chemical Transformation) ల వలన విడుదల అయ్యేశక్తులకూ రేడియో ధార్మికతతో విడుదల అయ్యేశక్తులకూ పూర్తిగా తేడా ఉన్నది.

ఉదాహరణమునకు: ఒక ఔన్సు రేడియం ఎన్ని x - కిరణాలను, ఆల్ఫాకణములను, ఎలక్ట్రానులను విడుదల చేసేందుకు సామర్థ్యమున్నదో వాటి నన్నింటినీ విడుదలచేస్తే ఆశక్తి, పది టన్నుల బొగ్గు ఉత్పత్తిచేసే ఉష్ణమునకు సమానమౌతుంది. పది టన్నులు షుమారు 320,000 ఔన్సులు. కాబట్టి 320,000 ఔన్సుల బొగ్గునుంచి జనించే ఉష్ణము ఒక ఔన్సు రేడియంనుంచి ఉత్పత్తిఅయ్యే శక్తికి సమానము. అనగా ఒకే ప్రమాణంగల బొగ్గుకన్నా రేడియం 320,000 రెట్లు అధికంగా శక్తినిస్తుంది.

శతాబ్దికి ప్రారంభంలో ఈ విధమైన కొలతలు, గుణింతలు కొనసాగాయి. విడుదల అయ్యేశక్తి, ఎప్పుడూ పరమాణు శక్తిగానే పేర్కొనబడింది. మన్‌హట్టన్‌జిల్లా శాస్త్రజ్ఞులచే, ఈ పరమాణుశక్తి రహస్యమేదో హఠాత్తుగా కనుగొనబడిందనే అభిప్రాయానికి విరుగుడుగా యీ విషయాలన్నీ విపులంగా మనం జ్ఞప్తియందుంచుకోవాలి. తత్వవేత్తలకు పరమాణుశక్తి అనేది పాతకథే.

III

పరమాణు నిర్మాణాభివృద్ధి

1. పరమాణువునకు ఒక కేంద్రము ఉన్నది:

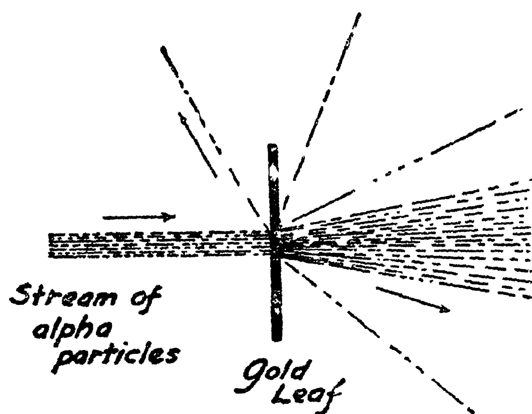
రేడియం తన మనుగడ సమయమునందు ఆల్ఫాకణము లను విడుదలచేస్తూనే ఉంటుంది. ఇవి, రెండు ఎలక్ట్రానులు తొలగింపబడిన హీలియమ్‌గా మనము తెలుసుకొన్నాము. ఆల్ఫాకణములను విడుదల చేసివేసినతర్వాత యిక రేడి యమ్‌లో మిగిలి ఉండేదేమిటి? రేడియమును ఆవరించి ఒక విచిత్రమైన వాయువు కలదనే పరిశోధనతో యీ ప్రశ్నకు జవాబు లభించినది. ఈవాయువు ఏమిటో యిదమిద్ధంగా ఎవ రికీ తెలియదు. కాబట్టి దీనిని 'రేడియమ్ ఎమనేషన్'అని పిలిచే వారు. ఆ తరువాత దీని ధర్మములను గురించి పరిశీలన జరిగింది. నియాన్, క్రిప్టాన్‌లను పోలినవాయువుగా యిప్పుడు మనకు దీనిని గురించి తెలుసును. మూలపదార్థావర్తన పట్టిక చివరి వరుసలో ఉన్నతవాయువుల బృందములో యిదికూడా జేరి పోయింది. దానియొక్క స్వరూపం స్థిరపడిన వెంటనే రేడి యమ్ ఎమనేషన్ కి రేడాన్ అనే పేరు వచ్చింది. 'రేడియన్ ఎమనేషన్' అనే రెండు పదాలలోని మొదటా చివరా ఉన్న అక్షరాల కూర్పుతో ఈపదం ఏర్పడింది.

ఈ వాయువు ఏమైఉంటుంది? మేరీక్యూరీ, రేడియం యొక్క పరమాణుభారము దాదాపు 226 అని కనుగొన్నది. ప్రతిరేడియమ్ పరమాణువు పరమాణుభారము 4కల్గిన ఆల్ఫా కణమును విడుదలచేస్తే, ఇక మిగిలిఉన్నది రేడాన్‌వాయువుగా అయి తేదీనియొక్క పరమాణుభారము 222 ఉండితీరాలి. విలియం రామ్‌సే పండితుడు, దీనియొక్క పరమాణుభారమును నిర్ణయించుటకుగాను కావలసిన రేడాన్‌వాయుసేకరణకు కొంత కాలంపట్టింది. యదార్థంగా దీనియొక్క పరమాణుభారము 222అవటం ఎంతో వింతఅయిన విషయమే. రేడియమ్‌నుంచి హీలియం హఠాత్తుగా సృష్టింపబడుతుంది. లేదా హీలియం కణము తయారవడానికిగాని లేక విడిపోవడానికిగాని అనువైన ఏర్పాటు రేడియం పరమాణువులో ఉండవచ్చును అనే విషయాన్ని మనకు యీ సమాచారం తెలియజేస్తుంది. ఈ రెండు పద్ధతుల దృష్ట్యా గనక చూస్తే రేడియమ్ పరమాణు నిర్మాణం కొంత సంకీర్ణముగా నున్నట్లు తోస్తుంది.

ప్రయోగములు పరిశీలనలు జరిపి, దీని నిర్మాణమును గురించి సిద్ధాంతీకరించినవాడు రూథర్‌ఫర్డ్ పండితుడు. ఈ ప్రయోగములలో ఆల్ఫాకణములు ఎంతగానో ఉపకరించినవి; ఎందువల్లనంటే, ఈ కణమునకు రెండు ధనవిద్యుత్ ప్రేరణలు ఉన్నాయి. ద్రవ్యరాసి 4. దీనిని అత్యంతగతి వేగము(Velocity)తో ప్రవాహములోనికి పంపించవచ్చును. గాలిలో, రేడియం నుంచి విడుదల అవుతున్న ఆల్ఫాకణముల పరంపరా ప్రవాహము, మిలియన్లసంఖ్యలో పరమాణువులను ఢీకొని చెల్లాచెదరుకావడానికి పూర్వము, అయిదారుఅంగుళాలు ముందుకు

సాగుతూంది. రూథర్ ఫర్డ్, ఆల్ఫాకణములను ఒక పలుచని బంగారపు రేకు వైపునకు మళ్ళించాడు. కాంతి స్ఫోరకయశద గంధకిద తెరతో - ఈ కణముల కిరణమునకు ఏట్టిమార్పు వచ్చేదీ పరిశీలించాడు.

దీనివలన కలిగిన ఫలితాలు 7వ చిత్రములో చూపించ బడినవి. ప్రప్రధమంగా, బంగారు రేకు అక్కడ లేనట్లే ఆల్ఫా కణములలో చాలభాగం దానిని దూసుకుని వెళ్ళినవి. ఆల్ఫా కణమునకు సంబంధించినంతవరకు బంగారు రేకు అనేది చాల



7 వ పటము

వరకు ఖాళీ ఆవరణము (Space) అనే భ్రాంతి కలిగిస్తుంది. ఇక రెండవ విషయం: ఆల్ఫాకణములలో కొన్ని కణములు స్వల్పంగా వంపుతిరిగి ఋజుమార్గంనుంచి పక్కకు తప్పు కున్నట్లు కనిపిస్తవి. ఇక మూడవవిషయం: చెదురు మదురుగా

ఒకానొక కణము వెనుకకు గెంతువేస్తుంది, లేదా తనంత పరిమాణము కలిగిన మరొక పదార్థము నేదో ఢీకొన్నట్లు స్వల్పంగా వంగుతుంది. ఇట్లా ఎదురుగా ఢీకొనుట యందలి తారతమ్య అస్థిరత్వము (Relative in frequency) బంగారు రేకు అనేది శూన్యఆవరణ (Vacant Space) అన్న సత్యానికి బలం చేకూరుస్తున్నది. ఆల్ఫాకణమనేది హీలియం పరమాణువు అని, బంగారం అనేది దగ్గర దగ్గరగా కుదిగుచ్చబడిన ఘనపదార్థమనీ, బంగారుపరమాణువు-తారతమ్యదృష్ట్యాగురుపరమాణువు (Heavy Atom)అనీ ఎంచితే, ఈ బంగారు రేకుయొక్క శూన్యత్వము(Emptiness) బంగారు పరమాణువుల మధ్యనున్న ఖాళీ జాగాలకన్న ఎంతో అధికంగాఉన్నట్లు లెక్కించవలసివస్తుంది. బంగారు పరమాణువులోనే ఎంతో శూన్యఆవరణము ఉన్నదన్నమాట.

ఈ విషయం ఒకసారి గుర్తించిన తర్వాత, పూర్వపు రసాయన విజ్ఞానమును మాత్రమేగాకుండా నూతన రేడియో ధార్మికత సమాచారాన్నిగూడా ప్రస్ఫుటముగా చిత్రించగల ఒక కొత్త పరమాణు చిత్రాన్ని మనం రూపొందించుకొనవలసిఉన్నది. రూథర్ ఫర్డ్ యీచిత్రపటాన్ని తయారుచేశాడు. పరమాణువు రెండు భాగాలుగా నిర్మింపబడి ఉంటుందని ఆయన గ్రహించాడు - ఒక సూక్ష్మగర్భము లేక కేంద్రకము: దీనిలో చాలవరకు ద్రవ్యరాసి (Mass) కేంద్రీకృతమైఉంటుంది. యిక మిగిలిన పరమాణువు: దీని వైశాల్యము అణుగర్భమునకన్నా పదివేల రెట్లు అధికంగా ఉంటుంది. కేంద్రకము చుట్టూ ఆవరించియున్న క్షేత్రములో ఎలక్ట్రానులు ఉంటాయి. ఎల

ట్రానులు ఋణవిద్యుదావేశముగలవి. మొత్తముమీద పర మాణువు తాటస్థ్యస్థితి (Newtral) గలది కావున, కేంద్రకము ధనవిద్యుత్ప్రేరణగలది అయి ఉండాలి.

ఈలెక్కన ఆల్ఫాకణము అనేది, హీలియం పరమాణువునందలి ఏకైకసూక్ష్మకేంద్రకం అని చెప్పాలి, ఎందువల్ల నంటే దానియొక్క రెండు ఎలక్ట్రానులూ తొలగించి వేయబడినవి. ఇవి సూక్ష్మాతిసూక్ష్మమాటవల్ల దేనినీ ఎదుర్కొనకుండా బంగారురేకులలోనుంచి దూసుకుని పోగలదు. బంగారు పరమాణువులో కేంద్రకము చుట్టూ ఆవరించియున్న ఖాళీ జాగాలలోనుంచి యిది దూసుకుంటుంది అనుకోవచ్చును. ఆల్ఫాకణము బంగారుపరమాణు కేంద్రకమును ఒక్కొక్కప్పుడు ఢీకొన్నప్పుడు అది ఎందుకు వెనుకకు గెంతుతుందో లేక సూక్ష్మంగా వంపు తిరుగుతుందో యీవిషయం వ్యక్తం చేస్తుంది. దీనికి కారణం ఏమంటే: స్వర్ణకేంద్రకము ధనవిద్యుదావేశము చెందినది. ఆల్ఫాకణముగూడా ధనవిద్యుదావేశము చెందినదే. వాటి రెంటిలోను పరమాణువులోని అధిక ద్రవ్యరాసి ఉంటుంది. అవిరెండూ అతి సూక్ష్మమైనవి. అందువల్ల ఎప్పుడో యదాలాపంగా కలుసుకొంటాయి: కాని అవి ఢీకొనినప్పుడు జరిగే సంఘర్షణ మాత్రము ఎంతగానో ఉంటుంది- అది తేలికవైన ఆల్ఫాకణమును, ఆవరణ (Space) తో వెనుకవైపుకు గెంతులువేసేటట్లుచేస్తుంది. ఇంక చివరికి, పరమాణువుల నుంచి ఎలక్ట్రానులను ఎంతసులభంగా తొలగించి వేయవచ్చునో మనకి వ్యక్తమౌతుంది. కేంద్రకముచుట్టూ ఆవరించి ఉన్న విశాలక్షేత్రములో ఎలక్ట్రానులు ఉన్నాయి. ఈక్షేత్ర

ఉపరిభాగమునకు సమీపంలో కొన్ని ఎలక్ట్రానులు ఉండటం నిస్సంశయం. రసాయన విక్రియలకు లభ్యమయ్యేవి యీ ఎలక్ట్రానులే. ఈఉపరిభాగపు ఎలక్ట్రానులను సులభంగా వేరు చేయవచ్చును.

2. పరమాణు విద్యుదావేశ సమానత:

సూక్ష్మతరమైన పరమాణు కేంద్రమును అనుసరించి ఉన్న విశాలఆవరణములో ఎన్ని ఎలక్ట్రానులుఉన్నాయి? అది పదార్థపరిస్థితులను అనుసరించి ఉంటుంది. ఉదజని అతిలేలికయైన పరమాణువు. దీనినుంచి ఒకఎలక్ట్రానును వేరుచేసి, ధనవిద్యుత్ ప్రేరణతో ఉన్న ఒక ఉదజని అయనము H^+ ను వదిలివేయ వచ్చును. అంతేగాక ఉదజనినుంచి ఈ ఒక్క ఎలక్ట్రానుమినహా మిగతావాటిని వేరుచేయడానికి సాధ్యం కాలేదు.

బహుశః ఉదజనిలో ఒకేఒక ఎలక్ట్రాన్ఉండి ఉండ వచ్చును. ప్రస్తుతం అట్లాగే భావించుదాము. పరమాణుభారం 1 కలిగిన ఉదజని పరమాణువు ఈవిధంగా నిర్మింపబడిఉండాలి. (ఎ) విద్యుదావేశము 1, పరమాణుభారము 1 కల్గిన కేంద్ర కము (బి) ఏకఋణ విద్యుదావేశము, 1/1840 ద్రవ్యరాసి కలి గిన కేంద్రముచుట్టూ తిరుగులాడే ఎలక్ట్రాన్.

వరుసక్రమంలో తర్వాతవచ్చునది, హీలియమ్ అనే మూలపదార్థము. దీని పరమాణుభారము 4. హీలియమ్నుంచి ఒకఎలక్ట్రానును సులభముగా తొలగించవచ్చును. రెండవ ఎలక్ట్రానును తొలగించుట ఏమంత కష్టసాధ్యమైన పనికాదు.

ఇకపోతే మిగిలినది అయోనీకరణము చెందిన He^{++} రేడియం నుంచి ఉరుకులు పరుగులుగావచ్చే ఆల్ఫాకణములు యివే. వీటి గతివేగము సెకనుకు 18,000 మైళ్ళు. గైస్లెయిర్ నాళికలో కొద్దిగా హీలియమునుంచి దానిలోనికి విద్యుత్ ప్రవాహము పంపించడముద్వారా ప్రయోగశాలనందు యిదే రకమైన కణములను ఉత్పత్తి చేయవచ్చును. ఇక ఏమాత్రము ఎలక్ట్రా నుల లాగివేయుటకు వీలులేదు కాబట్టి హీలియపరమాణు గర్భముచుట్టూగల ఆవరణమునందు, రెండేరెండు న్యూట్రా నులుఉండిఉండవచ్చును. అప్పుడు పరమాణుగర్భద్రవ్యరాసి 4. దానికిగల రెండు ధనవిద్యుత్ ప్రేరణలు, రెండు ఋణవిద్యుత్ దావేశముగల ఎలక్ట్రానులతో సమాన ఉజ్జీలవుతవి.

మూడవ మూలపదార్థములో మూడు ఎలక్ట్రానులు, నాలుగవ మూలపదార్థము బెరెలియంలో నాలుగు ఎలక్ట్రా నులు, అయిదవది బొరాన్‌లో అయిదు ఎలక్ట్రానులు. అదే విధంగా తొంభైరెండు ఎలక్ట్రానులు ఉండటం సాధ్యమా? సాధ్యమేకాదు, సత్యంగూడాను. మూలపదార్థావర్తనపట్టికలో ఒక మూలపదార్థమునుంచి మరొక మూలపదార్థమునకు పోవునప్పుడు కనిపించెడు ఎలక్ట్రానుల క్రమాభివృద్ధియే యిందుకు కావలసినంత నిదర్శనం. ఈ నిదర్శనలు ఎంతో విచిత్రము లనిపిస్తాయి. ఊహాననుసరించి ఒక రంగంలో పని చేస్తూ అప్పుడు సంపాదించిన జ్ఞానం మరొక రంగంలో సంపా దించే జ్ఞానానికి ఎలా వన్నెలుపెడుతుందో యిది చూపిస్తుంది.

ఒక చీకటిగదిలో, దుమ్ముకణములతో కూడిన సూర్య కాంతి కిరణ మొకటి ప్రవేశించినప్పుడు, దుమ్ము కణములచే

చెల్లాచెదురు చేయబడుతున్న కారణంచేత కాంతిరేఖ విస్పష్టతను చూడగలము. గదిలో ఎంతఎక్కువగా దుమ్ముకణములు ఉంటే అంత అధికంగా కాంతి చెదిరిపోతుంది; నిజంగా దుమ్ముతోనిండిన నిజమైన మచ్చేగనక ఉంటే విస్తారంగా వెలుగు చెదిరిపోవుటవలన దాని వెనుక ఏమున్నదీ ఎవరికీ తెలియదు. పొగమంచులో వెళ్ళే మోటారుకారు, ముందు దీపాలకు, అదే స్థితి ఏర్పడుతుంది. గాలిలోని సూక్ష్మమైన నీటికణములు, వాటిపైన మెరిసే వెలుగును చెదరగొట్టుతవి. పొగమంచు ఎంత దట్టంగా ఉంటే వెలుగు అంత అధికంగా చెదరగొట్టబడుతుంది. అతి స్వల్పంగామాత్రమే వెలుగు పొగమంచునందు జొరబడగలదు కాబట్టి, కాంతివంతములైన దీపాలను ఉపయోగించకుండా ఆవలప్రక్కన ఏమున్నదీ మనం గుర్తించలేము. పొగమంచులోనుంచి పోయే కాంతిభాగమును, పొగమంచు కణములవల్ల చెదరగొట్టబడే కాంతిభాగమును కొలుచుట ద్వారా, పొగమంచులో ఎన్ని నీటిబిందువులు ఉన్నవో, లేక గాలిలో ఎన్ని దుమ్ముకణములు ఉన్నవో లెక్కకట్టవచ్చును. గాలిలోని పొగమంచునందుగల సున్నితమైన సూక్ష్మకణములను లేదా నీటియందలి సూక్ష్మకణములను లెక్కించుటకు ఈ పద్ధతి సుకరమైనది. దీనినే తరచుగా తారతమ్య పరిశీలనకొరకు రసాయనశాస్త్రములో ఉపయోగిస్తూ ఉంటారు.

పరమాణుకేంద్రముచుట్టూ ఆవరించియున్న ఆవరణలో గల ఎలక్ట్రానుల సంఖ్యను లెక్కించడానికిగూడా యిలాంటి పద్ధతినే ఉపయోగిస్తారు. పరమాణుగర్భముచుట్టూ ఎలక్ట్రానులు సూక్ష్మకణములతో చేయబడిన ఒక తెరవలె

కమ్ముకుని ఉన్నవనుకొనుడు. ఘనపదార్థములలో పరమాణువులు ఎంతో దగ్గరగా ఉంటవి; పదార్థమంతటా ఎలక్ట్రానులు అవిరామంగా కమ్ముకుని ఉండేదీ, కేంద్రకమనేది ఒకటీ అరా ఎక్కడనోగాని కనిపించదు. ఈ ఎలక్ట్రానుల గుంపుగుండా ఒక కాంతికిరణము ప్రకాశించిన దనుకొనుడు. పదార్థములో కొద్ది ఎలక్ట్రానులే గనక ఉంటే కొద్దివెలుగుమాత్రమే వాటివల్ల చెదరగొట్టబడుతుంది. మిగతా వెలుగంతా వాటి మధ్యనుంచి దూసుకుపోతుంది. కాని చాలా ఎలక్ట్రానులు గనక ఉంటే, వెలుగులో చాలాభాగం చెదిరిపోతుంది, మిగతా కొద్ది కాంతి మాత్రమే పదార్థములోనుంచి పోతుంది.

సర్వసాధారణంగా ఈపనికి సామాన్య వెలుగు కిరణం అతిముతకగా (Course) గా ఉంటుంది. దాని తరంగం అతి పెద్దదవటంవల్ల, సముద్రంలో నిలిచిన మనిషిమీదుగా వెళ్ళి నప్పటికీ అలయొక్క స్వరూపంలోనూ గతిలోనూ ఏ విధమైన మార్పు ఎట్లాఉండదో, అదేవిధంగా సూక్ష్మమైన ఎలక్ట్రాను మీదగా వెళ్ళిన కాంతితరంగంలోకూడా ఏవిధమైన మార్పూ ఉండదు. ఎలక్ట్రానుల పొరలకు కావలసినదల్లా అతిసూక్ష్మ తరంగము కలిగిన కాంతిరేఖ. X - కిరణాలు అటువంటివే. సామాన్య కాంతికిరణమునకన్న X - కిరణముల నిడివి పదివేల రెట్లు తక్కువ. మూలపదార్థావర్తన పట్టికలోని అనేక మూల పదార్థముల సన్నని పొరలతో, చెదిరిన X - కిరణముల కొల తలు వేయగా పరమాణుసంఖ్య వరుసక్రమంలో, ప్రతిమూల పదార్థము తమ కేంద్రకము నావరించియున్న ఆవరణమునందు

ఒకొక్క ఎలక్ట్రాన్‌ను అధికముగా కలిగిఉన్నట్లు తెలియ వచ్చినది.

ఉదజనికి ఒక ఎలక్ట్రాన్, హీలియమ్‌కి రెండు ఎలక్ట్రానులు ఉండటంవల్ల లిథియమ్‌కి మూడు, బెరెవియమ్‌కి నాల్గు, బోరాన్‌కి అయిదు, కర్బనమునకు ఆరు యీ వరుసన యూరేనియంకి తొంభైరెండు ఎలక్ట్రానులు ఉంటాయి. ఆపైన, యిటీవలనే కనుగొనబడిన మానవకృత మూలపదార్థముల ఎలక్ట్రానుల సంఖ్యకూడా యిదే క్రమపద్ధతిలో ఉంటుంది. పరమాణు వరుసక్రమములో మూలపదార్థమునకుగల సంఖ్యా స్థావరము (Numerical Position) లేక పరమాణు సంఖ్య - దాని పరమాణువునందలి కేంద్రకము చుట్టూగల ఎలక్ట్రానుల సంఖ్యను తెలియజేస్తుంది. పరమాణు సంఖ్య, మూలపదార్థమును, ఆవర్తన పట్టికలో ఒక నిర్ణీతస్థలమునందు ఉంచుతుంది. నిర్ణీతస్థానమనగా కొన్ని స్థిరమైన రసాయన ధర్మములుగుట వలన, ఆ పదార్థ పరమాణు గర్భము చుట్టూగల ఎలక్ట్రానుల సంఖ్యనుబట్టి, దానియొక్క లక్షణములు నిర్ణయింపబడుతాయి. ఇది ముఖ్యంగా గుర్తుఉంచుకోవలసిన విషయము.

ఎలక్ట్రాను లనగా ఋణవిద్యుదావేశముగలది. పరమాణువు అనేది మొత్తంగా ఆవేశశూన్యమైనది. కాబట్టి తన చుట్టూగల ఎలక్ట్రానులతో సమానఉజ్జీగా ఉండటానికి కేంద్రాకానికికూడా అంత సంఖ్యగల ధనవిద్యుత్ ప్రేరణలు ఉండితీరాలి. దీనిని ఊహామాత్రంగా మనం నమ్మవలసిన పని లేదు. దీనిని ఋజువుపరచడానికి అనేక మార్గము లున్నాయి. ఒక విధమైన ఋజువును మీకు వెల్లడిస్తాను. క్రిందటి ప్రకర

ణంలో వర్ణించిన స్వర్ణఫలక ప్రయోగమునుండి అతిసులభముగా యీవిషయమును తెలుసుకొనవచ్చును.

ఆల్ఫాకిరణముల ప్రవాహము, లోహఫలకముగుండా వెళ్లునప్పుడు ప్రవర్తించేవిధానము, ఆలోహాకేంద్రకంమీదవచ్చే విద్యుదావేశముమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. ఆల్ఫాకణము అనేది ధనవిద్యుదావేశము చెందిన హీలియమ్ కేంద్రకము. మరొక ధనవిద్యుదావేశము కల్గిన పరమాణుకేంద్రకము దాపునకు వచ్చినప్పుడు ఆల్ఫాకణము త్రోసివేయబడుతుంది. ఎందువల్లనంటే ఒకేవిద్యుత్ ప్రేరణగలవి ఒకదానినొకటిత్రోసివేస్తవి. లోహాకేంద్రముమీద గల విద్యుత్ ప్రేరణముమీద, యీ వికర్షణ (Repulsion) ఆధారపడి ఉంటుంది. ఒకచిన్న ప్రేరణకన్నా అధిక ధనవిద్యుత్ ప్రేరణ ఆల్ఫాకణము వికర్షణ చెందునటుల చేస్తుంది. ఒక లోహఫలకముగుండా ప్రయోగించే ఆల్ఫాకణముల ప్రవాహము, ఎంతగా చెదిరిపోయేదీ–లోహకేంద్రకముమీదనున్న విద్యుత్ ప్రేరణమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. లోహముయొక్క పరమాణుసంఖ్యఎంత అధికమైతే అల్ఫాకణముల కిరణముఅంతగా చెడిపోతుంది. ఎంతగా చెదిరేదీ కొలవటంవల్ల కేంద్రకముమీదనున్న విద్యుత్ ప్రేరణమీద ఆధారపడిఉంటుంది. లోహముయొక్క పరమాణుసంఖ్యఎంత అధికమైతే అల్ఫాకణముల కిరణము అంతగా చెడిపోతుంది. ఎంతగా చెదిరేదీ కొలవటంవల్ల కేంద్రకము మీదనున్న విద్యుత్ ప్రేరణశక్తి నిగూడా నిర్ణయించవచ్చును.

అనేక మూలపదార్థముల రేకులమీదజరిపిన ప్రయోగములవలన యీవిషయము యదార్థమని తెలిసినది. వివిధము

లైన రేఖలద్వారా పోవునప్పుడు మూలపదార్థములపై ఒక దాని తర్వాత ఒకటిగా విద్యుత్ ప్రేరణ అధికమౌతుందని, వంపుతిరిగే యీ కిరణస్వభావ పరిమాణంవలన విశదమౌతుంది. అంతేకాదు: పరమాణుసంఖ్య, ఒక్క ఎలక్ట్రానుల సంఖ్య మాత్రమేకాదు: పరమాణు కేంద్రకముమీదగల విద్యుత్ ప్రేరణసంఖ్యనుగూడా తెలియచేస్తుంది. ఇరుపక్షములవిద్యుత్ ప్రేరణలు ఉజ్జీలను సమానం చేస్తాయి. దీని ఫలితంగా ఏర్పడు నదే ఏ విధమైన విద్యుత్ ప్రేరణలేని తాటస్థ్యపరమాణువు (Newtral Atom).

3. పరమాణు కేంద్రక సమాచారము:

నాభిస్థానమునందు కేంద్రకము, ఈ కేంద్రకమునకన్నా అనేకవేలరెట్లు పెద్దదైన ఆవరణమూ, కేంద్రకముచుట్టూ ఎలక్ట్రానులూ గల పరమాణురూపమును మనం గురించాము. పరమాణుసంఖ్య అనగా మూలపదార్థావర్తన పట్టికలోని పదార్థముయొక్క వరుససంఖ్య (Serial number) ఎలక్ట్రానులసంఖ్యను కేంద్రకముతో సమానముగానుండుటకు అవసరమైన ధనవిద్యుత్ ప్రేరణలను నిర్ణయిస్తుంది. ఎలక్ట్రానుల భారము అతిస్వల్పము గనుక, పరమాణుభారము అనేది యదార్థానికి కేంద్రకముయొక్క భారమే.

ఎలక్ట్రానులను గురించినవిషయాలు మనం తెలుసుకుందాము. అవి ఋణవిద్యుచ్ఛక్తియొక్క యూనిట్లు. ఉదజని పరమాణు ద్రవ్యరాసితో పోల్చిచూస్తే వీటి ద్రవ్యరాసి 1/1840 ఉంటుంది. కేంద్రకము అనగా ఏమిటి? ధనవిద్యుత్

ప్రేరణలూ, ద్రవ్యరాసీ, దీనియందు ఏవిధంగాఅమరిఉన్నాయి? తన ఆలోచనాబలంవల్లా ప్రయోగపరిశీలనవల్లా రూథర్‌ఫోర్డ్ వీనికి జవాబులు సంపాదించాడు. రేడియంనుంచి లభ్యమయ్యే ఆల్ఫాకణముల ప్రవాహముతో రకరకములైన పదార్థముల కేంద్రకములను ఢీకొట్టించి పగులగొట్టాలని ప్రయత్నాలు చేశాడు. మొదటఉదజని వాయువును తీసుకొని ప్రయోగం ప్రారంభించాడు. ఆల్ఫాకణములు ఉదజని వాయువులోని అవ్యక్తపదార్థాలు సంఘర్షణచెందినప్పుడు పరిణామం ఎట్లా ఉంటుందో చూచాడు. స్వర్ణరేకునదుంకన్నా అధిక వేగంతో ఋజుమార్గాన ముందుకు ఆల్ఫాకణము వెళ్ళినది. ఆల్ఫాకణము ఉదజని కేంద్రమునకన్నా నాలుగురెట్లు అధికభారము కలది. దాని ప్రయాణ వేగము సెకనుకి 18,000 మైళ్ళు. అది ఉదజని పరమాణుకేంద్రమును తాకినప్పుడు కలిగెడు అగాదు (Impact) అతిశక్తివంతమైనది. ఇంత శక్తివంతమైన అగాదు కలిగినప్పటికీ ధనవిద్యుత్ ప్రేరణగల్గిన ఉదజనికేంద్రమున కన్నా బయల్పడలునది వేరేదీలా లేదు.

ఆల్ఫాకణములతో నత్రజని వాయువును ఢీకొట్టడానికి రూథర్‌ఫోర్డ్ ఆ తర్వాత ప్రయత్నించాడు. సంఘర్షణ తీవ్రత పూర్వమునకన్న అధికంగానే ఉన్నది. కాని చివరకు ఏర్పడినది ఉదజని కేంద్రకము మాత్రమే. దీనికి తర్వాత రూథర్‌ఫోర్డ్ ఆల్ఫాకణము ప్రవాహమును సోడియం ఆవిరిలోనికి పోని చ్చాడు. ఈమాటుకూడా సంఘర్షణా ఫలితంగా బయటకు వచ్చినది ఉదజని కేంద్రకము మాత్రమే. ఇదేవిధంగా ఆల్ఫాకణములతో సంఘర్షణచెందిన అన్నిపదార్థములనుంచీ ఉదజని

కేంద్రకాలు మాత్రమే ఏర్పడినవి కాని, మరొకటి వేరేదీ రూపు దాల్చలేదు. దీనినిబట్టి చూస్తే కేంద్రక నిర్మాణములో ఉదజని అయనము (Ion), H + అనునది యూనిట్ అని తోస్తుంది. మూలపదార్థములు కృత్రిమ రూపాంతీకరణమునకు యీ ప్రయోగములే దారితీసినవి. రూథర్‌ఫోర్డ్ చేసిన ప్రయోగము రసాయన పరమాణు తత్వశాస్త్రమునందు నూతన శక ప్రారంభమునకు బీజము వేసినది. రేడియో ధార్మికత కనుగొనబడి నప్పటినుంచే, సృష్టిలో రూపాంతర పరివర్తనలు సహజసిద్ధంగా జరిగిపోతూఉంటవని తత్వవేత్తలు తెలుసుకున్నారు. ప్రప్రథమంగా, రేడియో ధార్మికత పదార్థమును శక్తి ఉత్పత్తి స్థానముగా ఉపయోగించి కృత్రిమ పదార్థములను తయారుచేయుటకు సాధ్యమాతుందని యిప్పుడు తెలుసుకొనబడింది.

విద్యుత్ ప్రేరణ కల్గిన ఉదజని కేంద్రకము, సర్వసామాన్యమైన దగుటవలన దానికి ఒక ప్రత్యేక నామకరణం చేయబడింది. H+ను ప్రోటాన్ అని అంటారు. దీని ద్రవ్యరాసి 1, ధనవిద్యుత్ ప్రేరణ 1, ఆల్ఫాకణములతో ఢీకొట్టినప్పుడు వేరేదీబయటకు వస్తున్నటుల తెలియరాలేదు. కాబట్టి యిదే నిర్మాణమునందలి పరమప్రమాణ యూనిట్ అని, దీనినుంచే పరమాణుకేంద్రక నిర్మాణం జరుగుతుందనీ ఎంచబడింది.

కేంద్రకవిషయ పరిశీలనలో యిప్పుడొక ప్రశ్న తలఎత్తుతుంది. ఉదజనియొక్క పరమాణుసంఖ్య 1. కాబట్టి దాని కేంద్రకము-భారము 1 ధనవిద్యుత్ ప్రేరణ 1 కలిగిన ప్రోటాన్. దీనికి చుట్టూగల ఆవరణమునందు ఒక ఎలక్ట్రాన్ ఉన్నది. హీలియమునే తీసుకోండి: దీని పరమాణుసంఖ్య 2. దీని పర

మాణువునందు 2 ఎలక్ట్రానులు ఉన్నాయి. కేంద్రకము మీాద నున్న 2 ధనవిద్యుత్ ప్రేరణలవల్ల యివి నిలవదొక్కుకున్నవి. రెండు ధనవిద్యుత్ ప్రేరణలంటే రెండు ప్రోటానులన్నమాట. కాని 2 ప్రోటానులు 2 పరమాణుయూనిట్లు తూగుతాయి; హీలియం పరమాణుభారమేమో 4. మరి అధికంగా ఉన్న ద్రవ్యరాసి ఎక్కడనుండి వచ్చినట్లు?

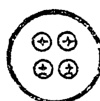
వరుసక్రమంలో తర్వాతవచ్చే మూలపదార్థముల విషయంలోగూడా యిదే సమస్య తలఎత్తుతుంది. లిథియమ్ యొక్క పరమాణుసంఖ్య 3. కాబట్టి దాని కేంద్రకప్రేరణ 3. అందువల్ల దీనియొక్క కేంద్రకములో 3 ప్రోటానులు ఉన్నాయి. కాని దీనియొక్క పరమాణుభారము 7. కాబట్టి 4యూనిట్ల ద్రవ్యరాశికి మనం లెక్కచెప్పవలసిఉన్నది. కర్బనం తీసుకోండి: దాని పరమాణుసంఖ్య 6. దాని కేంద్రకములో 6 ప్రోటానులు ఉన్నాయి. 6 ప్రోటానులబరువు 6 యూనిట్లు; కాని కర్బనముయొక్క పరమాణుభారము 12. ఉదజని తర్వాతవచ్చే పదార్థముల పరమాణుసంఖ్యకన్నా పరమాణు భారము షుమారు రెట్టింపు ఉంటుంది. బరువైన మూల పదార్థములకు రెట్టింపుకన్నా అధికంగాఉంటుంది. వెండియొక్క పరమాణుసంఖ్య 47. దాని పరమాణుభారము 108; సీసము యొక్క పరమాణుసంఖ్య 82, పరమాణుభారము 207; యురేనియంయొక్క పరమాణుసంఖ్య 92, పరమాణుభారము 238. కేంద్రములలో అధికంగాఉన్నా యీాభారము దేనివల్ల వస్తోన్నది?

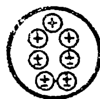
షుమారు 20 సంవత్సరములవరకూ ఈచిక్కు ప్రశ్నకు సమాధానమే ఎవ్వరికీ లభ్యంకాలేదు. కేంద్రకమునుంచి త్రోసివేయబడు కణము, ప్రోటాను మాత్రమేననెడు సత్యము మీద శాస్త్రవేత్తలు అప్పట్లో ఆధారపడవలసివచ్చినది: కాబట్టి పరమాణు భారమునకు సరిసమాన సంఖ్యగలిగిన ప్రోటానులతో కేంద్రకము నిండి ఉండుననీ, పరమాణు సంఖ్య కన్నా అధికంగాఉండే ధనవిద్యుత్ ప్రేరణలు, అంతే సంఖ్యగల ఎలక్ట్రానులవల్ల కేంద్రకమునందు తటస్థీకరణము (Neutral Lised) చెందుననీ సర్వసాధారణంగా సూచింపబడేది.

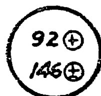
8 వ చిత్రం సహాయంతో యీసూచనను మనం పరిశీలించవచ్చును. ఉదాహరణ: యదార్థమునకు, ద్రవ్యరాసి 4 యిచ్చునటుల హీలియమ్‌నకు 4 ప్రోటానులు ఉన్నాయి. వానిలో 2 ఒకొక్క ఎలక్ట్రానుతో మిళితమై, 2 తాటస్థ్య వర్గములను రూపొందించినవి. అప్పుడు కేంద్రకముమీదగల మొత్తము ప్రేరణ 2 ధనవిద్యుత్ యూనిట్లు. పరమాణు భారము 7, పరమాణు సంఖ్య 3 కలిగిన లిథియమ్‌గూడా యిదే విధంగా ప్రవర్తిస్తుంది. ఇది తన కేంద్రకమునందు 7 ప్రోటానులను కలిగియున్నది; వీటిలో 4, ఒకొక్కొక్క ఎలక్ట్రానువల్ల కేంద్రకములో తటస్థీకరణము చెందుతున్నవి. ఇక మిగిలిన ధనవిద్యుత్ ప్రేరణ 3 కేంద్రకమునకు వెలుపలనున్న 3 ఎలక్ట్రానులచే బ్యాలన్సు చేయబడుతున్నది.

ఈవిధంగా, పరమాణు సంఖ్య 92, పరమాణుభారము 238 గలిగిన యురేనియంలాంటి పదార్థమునుగూడా గుర్తించవచ్చును. యురేనియమును ఉదాహరణముగా తీసుకుందాము.

పరమాణు కేంద్రకమునకు వెలుపల 92 ఎలక్ట్రానులుఉన్నాయి; ఇవి ఋణవిద్యుదావేశముగలవి. యీ ఎలక్ట్రానులే యీ పదార్థముయొక్క రసాయన ధర్మములను నిర్ణయిస్తవి. దీని కేంద్రకమునందు 238 ప్రోటానులుఉన్నవి. వీటిలో 146 ప్రోటానులు, కేంద్రకమునందు ఒక్కొక్కటి ఒక్కొక్క ఎలక్ట్రానుచే తటస్థీకరము చేయబడుతుంది. ఇక మిగిలిన మొత్తము: ధన విద్యుదావేశము 92, వెలుపలనున్న 92 ఎలక్ట్రానులను బ్యాలన్సుచేస్తుంది.


Helium


Lithium



Uranium

8 వ పటము.

ఈ వివరణము చాలావరకు యదార్థమైనట్లుగానే కనిపిస్తుంది. కాని ఎవరూగూడా తృప్తి చెందలేదు. యదార్థ సత్యములనుగురించిన వివరణము ఊహాజనకమైనది గావున — కేంద్రకములో తటస్థీకరణముచెందియున్న ప్రోటాను ఎలక్ట్రాను జంటల విషయం ఎవరికీ తృప్తికలిగించలేదు. అనేకప్రశ్నలకు జవాబు లభించనేలేదు.

1912లో పరిస్థితి యీవిధంగా ఉన్నది : 1932 వరకూ యీ సమస్య సమస్యగానే ఉండిపోయింది. ఈ మధ్యలో జరిగిన కొన్నిసంఘటనలు, పరమాణు నిర్మాణమునుగురించి అనేక నూతన విషయములను వెలుగులోనికి తెచ్చినవి.

4. పరమాణువు : సూర్యగ్రహమండలి

పరమాణు కేంద్రకముయొక్క ఉనికినిగురించి తెలిసిన తర్వాత, రెండుమార్గాలలో ప్రయోగములు కొనసాగినవి. మొదటిమార్గంద్వారా కేంద్రకముచుట్టూఉన్న ఎలక్ట్రానుల సర్దుబాటునుగురించీ, మరొకమార్గంద్వారా కేంద్రక అంతర్భాగమును అన్వేషించు అవకాశములనుగురించీ పరిశోధనలు ప్రారంభమయినవి. మన కథాక్రమము పరమాణువువద్ద ప్రారంభమై, కేంద్రకముద్వారా గమ్యమైన పరమాణుబాంబునకు చేరవలసిఉన్నది. ఎక్కడైనా కొంతతడవు ఎలక్ట్రానులను గురించి ముచ్చటించుకున్నామూ అంటే ప్రక్కమార్గమునకు మళ్ళుతున్నట్లే. కాని కథాక్రమ 'నిండుతనం' కోసం ఈప్రకరణమంతా ఎలక్ట్రానులనుగురించే చెప్పదలచుకొన్నాను. కేంద్రకము అనేది సంపూర్ణంగా పరమాణువు కాదు. ఇంతవరకూ పాఠకుడు నాతోపాటు నడచివచ్చాడూ అంటే బహుశః అతనికి పరమాణు సంపూర్ణ నిర్మాణమునందు ఆసక్తికలిగి ఉండవచ్చును. పరమాణు కేంద్రక ఉనికినిగురించి రూథర్‌ఫోర్డ్ ప్రకటించగానే, వెనువెంటనే 1912లో నీల్స్‌బోర్ ప్రయోగములు ప్రారంభించాడు. ఈయన అభిప్రాయముల ఆధారంతో,

కేంద్రకముచుట్టూగల ఎలక్ట్రానులనుగురించిన పరిశోధనలు ఎంతో చురుకుగా ముందుకుసాగాయి.

కేంద్రకము సైజుతో గనక పోల్చిచూస్తే, పరమాణువులో కేంద్రకమునకువెలుపలఉండే ఆవరణ, ఎంతో సువిశాలముగా ఉంటుంది. అతిసూక్ష్మతరమైన ఎలక్ట్రానుతో పోల్చి చూస్తే, యీ ఆవరణ మరీ విశాలముగా ఉంటుంది. ఉదజని పరమాణువులోగల ఏకైక ఎలక్ట్రాన్, పరమాణు వెలుపలి అంచుకు దగ్గరలో ఉంటుంది. కేంద్రకాన్ని గనుక ఒక బంతిగా ఊహిస్తేదీని ఎలక్ట్రాన్ పదివీధుల చివరన ఉంటుంది. యదార్థానికి ఈ పరమాణుదూరము అతిస్వల్పమే. ఉదజని పరమాణువు వ్యాసము (Diameter) ఒక అంగుళంలో షుమారు 1/200,000,000 వంతు ఉంటుంది. మరోవిధంగా చెప్పవలసివస్తే అంగుళం మేరలో 200,000,000 ఉదజనిపరమాణువులను ఒకదానిప్రక్క నొకదానినిగా జేర్పవచ్చును. కేంద్రకము, ఎలక్ట్రానులతో పోల్చిచూస్తే పరమాణు ఆవరణము (Space) అంతులేనంత పరిమాణంలో ఉన్నట్లుగా కనిపిస్తుంది.

కేంద్రకముచుట్టూ ఆవరించియున్న యీ ఆవరణములోనే ఎలక్ట్రానులు కనపడాలి. అవి చెల్లాచెదురుగా యిష్టమొచ్చినరీతిని ఉండవు. మూలపదార్థావర్తన పట్టికలోనే, అంత క్రమపద్ధతి (Regularity) ఉండగా, కేంద్రక ఆవరణ క్షేత్రములో ఏదో ఒక క్రమపద్ధతిలో అమర్చబడకుండా యీ ఎలక్ట్రానులు కుప్పతిప్పలుగా పోగులుపోసినట్లు ఉండజాలవు. రసాయనశాస్త్రము యావత్తూ ఎలక్ట్రానులలో కొన్నిటి ప్రవర్తనమీదనే ఆధారపడియున్నది; ఎందువల్లనంటే, అణువు

లుగా పరమాణువులు సమైక్యమై రసాయన బంధములు (Bonds) ఏర్పడుటకు – యివి గ్రహించబడే పద్ధతే యిందుకు కారణము, అంతేగాకుండా మూలపదార్థావర్తన పట్టికలో ప్రతి మూలపదార్థమూ తన ప్రక్కనున్న పదార్థమునకన్న ఒక ఎలక్ట్రాన్‌ను అధికంగా కలిగిఉన్నది. ఎలక్ట్రానులు ఒక క్రమపద్ధతిలో తప్పక సర్దుబాటు చేయబడిఉంటవి.

మూలపదార్థావర్తన పట్టికలో లిథియం క్రింద పొడుగునాఉన్న గళ్ళను ఒకసారి పరికిద్దాము (2వ చిత్రము). ఈ గళ్ళలో మొత్తని తీరలోహము లైన లిథియం, సోడియం, పొటాసియం, రుబిడియమ్, సెసియమ్ ఫ్రాన్సియం ఉన్నవి. వీటితో మనకు యిదివరకే పరిచయమయినది. ఉదజని రెండు గళ్ళలో ఉండవచ్చును. ప్రస్తుతము దానిలోకూడా చేర్ప వచ్చును. ఈ మూలపదార్థములన్నీ ఏక బంధయుతములు (Monovalents)- ఒక రసాయన బంధముగలవి. ఏక బంధ యుతము అనగా వాటి ఉపరిభాగమునందు ఒక ఎలక్ట్రాన్ ఉండుననీ మరొక మూలపదార్థముతో పాలు పంచుకో వచ్చుననీ అర్థము.

ఒకే ఎలక్ట్రాన్ ఉండుటవలన ఉదజని ఏక బంధ యుతము. కాని లిథియమునకు మూడు ఎలక్ట్రానులుగలవు; అయినప్పటికీ ఒక ఎలక్ట్రాన్ ఉపరిభాగమునందు ఉన్నట్లు చరిస్తుంది. అదేవిధంగా సోడియమునకు 11 ఎలక్ట్రానులు ఉన్నాయి. అయినా పరమాణుకగ్రహణకొరకు ఒక ఎలక్ట్రాన్ ఉపరిభాగమున ఉంటుంది. అదేవిధంగా 19 ఎలక్ట్రానులుగల

పొటాసియము; వాటిలో ఒకటి పరమాణు గ్రహణ ఎలక్ట్రాను. ఇక 37 ఎలక్ట్రానులు కలిగిన రుబెడియము, 55 ఎలక్ట్రానులు కలిగిన సెసియము యిదేవిధంగా ఉపరిభాగమునకు ఒకొక్క ఎలక్ట్రానును కలిగిఉంటవి.

ఎలక్ట్రానులు వలయాకారములలో ఏర్పాటు అయి ఉన్నట్లు కనిపిస్తుంది. మనము మూలపదార్థావర్తన పట్టిక చుట్టూ తిరిగి క్షారలోహములగడికి వచ్చేడి ప్రతిసారికీ ఒక్క ఎలక్ట్రానుతో ఒక నూతన ఎలక్ట్రానుల వలయం ప్రారంభ మౌతుంది. బయటవలయంలో ఒంటరిగాఉండే యీఎలక్ట్రాన్, సులభంగా లభ్యమౌతుంది. అందువల్లనే యీ మూలపదార్థములన్నీ రసాయనకంగా ఒకదానిని పోలి మరొకటి ఉంటవి.

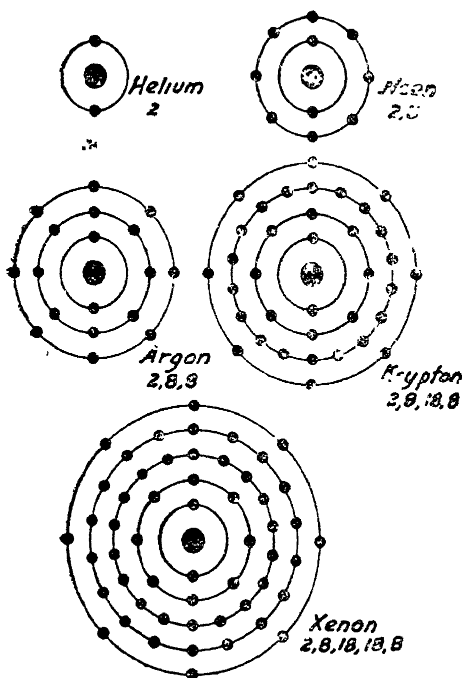
ఎలక్ట్రానులు వలయములలో ఉండునను అభిప్రాయమే గనక యథార్థమైతే, ఈక్షారలోహములకు వెనుకఉండే మూలపదార్థమునకు, సంపూర్ణమైనదీ స్థిరమైనదీ ఎలక్ట్రానులవలయం ఉండితీరాలి. వలయము సంపూర్ణమైనదీ స్థిరమైనదీ కావున దానియందు తేలికగా విడదీయుటకు వీలు లేని ఎలక్ట్రానులు ఉండితీరాలి. ఆమూలపదార్థములోని ఎలక్ట్రానులకు పరమాణు గ్రహణశక్తి (Valince) ఉండకూడదు. కావున అది జడ పదార్థము (Inert Substance) అయిఉండాలి. ఇది యితర పదార్థములతో కలియనిదియై ఉంటుంది.

మూలపదార్థావర్తనపట్టికను చూడండి. లిథియమునకు ప్రక్కగానున్న పదార్థమేదో పరిశీలించండి. ఇది హీలియం. ఉత్తమ జడవాయువులలో (Noble inert guses) హీలియమ్

ఒకటి. అంతేగాకుండా, సోడియమ్‌ను అనుసరించి నియాన్. పొటాసియము ననుసరించి ఆరగాన్, రుబిడియము ననుసరించి క్రిప్టాన్, సెసియము ననుసరించి గ్జినాన్ ఉన్నవి. ప్రతి దానిలోను అనుసరించిఉన్న మూలపదార్థము, స్థిర (Stable) జడవాయువు అయిఉన్నది. రసాయన సమ్మేళనములో యిది పాల్గొనదు. జడవాయువులన్నీ ఒకే వరుసగళ్ళలో ఉన్నవి. కాబట్టి వీటి కేంద్రములచుట్టూ స్థిరమైనవీ, సంపూర్ణమైనవీ ఎలక్ట్రాన్‌వలయములు ఉండునేగాని వేరేమీ ఉండవు.

ఈ విధంగా హీలియమునకు ప్రాతినిధ్యం వహించే ప్రథమఎలక్ట్రాన్‌వలయంలో 2 ఎలక్ట్రానులు ఉంటాయని మనం తెలుసుకుంటాము; రెండవ సంపూర్ణవలయములో 8 ఎలక్ట్రానులు ఉంటాయి. ఇది 10 ఎలక్ట్రానులు కలిగిన నియానికి ప్రతిరూపము. ఆర్‌గాన్‌కి ప్రాతినిధ్యంవహించే వలయగోళంలో పై వలయమునందు 8 ఎలక్ట్రానులు ఉన్నవి. మూడు వలయములు కలుపుకుని 18 ఎలక్ట్రానులవుతవి. క్రిప్టాన్ తనయొక్క 36 ఎలక్ట్రానులతోనూ నాలుగు ఎలక్ట్రాన్‌వలయములనుకలిగి ఉంటుంది: మొదటిదానిలో 2, రెండవ వలయంలో 8 మూడవ వలయంలో 18, చివరిదానియందు 8 ఉంటవి. నియాన్. ఆర్‌గాన్‌పై వలయాలలో ఉన్న ఎలక్ట్రానులసంఖ్యే క్రిప్టాన్‌పై వలయంలో ఉంటుంది. గ్జినాన్‌లో మొత్తం 54 ఎలక్ట్రానులు ఉన్నవి. దీనియొక్క నాలుగవ వలయంలో 18 ఎలక్ట్రానులు ఉంటాయి. అయితే నియాన్, ఆర్‌గాన్ క్రిప్టాన్‌లకు వలెనే

దీని ఆఖరివలయంలో 8 ఎలక్ట్రానులు ఉంటవి. ఇక చివరిది 'రాడాన్' దీనియొక్క 86 ఎలక్ట్రానులలోను ఆఖరి వలయము నందు మిగతావాటివలెనే 8 ఎలక్ట్రానులు ఉన్నాయి. ఈ ఐదు



9 వ పటము

ఉత్తమవాయువుల స్వరూపములు 9 వ చిత్రములో చూపించబడినవి.

ఎలక్ట్రాను వలయములనుగురించిన భోగట్టాను పరిశీలించటంద్వారా మూలపదార్థావర్తన పట్టికలోని పరమాణు

స్థానములను (Positions) గురించిన అద్భుత సమాచారము తెలుస్తుంది. హీలియమ్ వరుసలోని మూలపదార్థములు, స్థిరమైన సంపూర్ణవలయములను; లిథియమ్‌వరుసలోని మూలపదార్థములు ఒక నూతనవలయంలోని ప్రథమఎలక్ట్రానులను తెలియజేస్తే-దీనికి తర్వాత గడిలోనున్న బెరిలియం, నూతన వలయంలో రెండు ఎలక్ట్రానులున్నట్లు తెలియజేయాలి. ఈ నూతన బహిర్గతవలయంలో ఉన్న రెండు ఎలక్ట్రానులూ దేనితోనన్నా కలవడానికి వీలుగా స్వేచ్ఛ కలిగిఉన్నాయి. అంటే దాని అర్థం, బెరిలియంవరుసలోని మూలపదార్థములకు రెండు రసాయనబంధములు కలిగి, ద్విబంధనయుతములు (divalent) గా ఉండాలన్నమాట. యదార్థమునకు అవి ద్విబంధనములే. కాల్షియమ్ ద్విబంధనయుతమని మనకు తెలుసును; సున్నము లేక కాల్షియమ్ ఆక్సైయిడ్ : CaO గా అవుటకు యిది ప్రాణవాయువుతో కలుస్తుంది. ఈవిధంగానే చేరియం; బెరిలియం, స్ట్రోన్‌టియం, రేడియం ఒక ప్రాణవాయు పరమాణువుతో కలిసి స్థిరమైన భస్మముల (Oxides) ఏర్పడును. స్థిరమైన బహిర్గతవలయములు కలిగిన ఉత్తమవాయువులకు వెనుకనున్న మూలపదార్థములను పరిశీలించినచో మరికొంత సుబోధకము కాగలదు. నియాన్ వెనుక ఫ్లోరిన్ ఉన్నది. నియాన్‌కి మొదటివలయంలో 2, ద్వితీయవలయంలో 8, ఎలక్ట్రానులు ఉన్నవి. కావున 9 ఎలక్ట్రానులు ఉన్న ఫ్లోరిన్, మొదటి సంపూర్ణవలయంలో 2 ఎలక్ట్రానులు ఉన్నవి. రెండవ వలయంలో 7 ఎలక్ట్రానులు ఉన్నవి. ఈ రెండవ వలయము సంపూర్ణమగుటకు మరొక ఎలక్ట్రాన్ కొరతఅయినది. వేరొక

మూలపదార్థమునందు విడిగాఉన్న ఎలక్ట్రానును గ్రహించుట ఫ్లోరిన్‌కు అతిసులభము. ఈవిధంగా చిట్టచివరి వలయమునందు ఒకటి రెండు ఎలక్ట్రానులను కలిగిఉన్న సోడియము, కాల్షియములాంటి మూలపదార్థములలో కలిసికొనెడి తీవ్రస్వభావమును ఫ్లోరిన్ కలిగిఉన్నది. ఫ్లోరిన్‌తోపాటు అదేవరుసలో నిలువుగళ్ళయందు గల మూలపదార్థములన్నిటికీ, యిదే స్వభావముగలదు క్లోరిన్, బ్రోమిన్, అయోడిన్ - సులభముగా సోడియమ్, లిథియం, పొటాసియములతో కలసి (Nacl) (సోడియంక్లోరైడ్). (Licl) (లిథియమ్ క్లోరైడ్) మొదలైన లవణపదార్థములుగా మారుచున్నవి. ఏక బంధములగుట వలన యిది సిద్ధించినది. అంతేగాకుండా ద్విబంధయుతములగు కాల్షియమ్, మెగ్నిషియమ్‌లతో కలిసి ($Cacl_2$) (కాల్షియం క్లోరైడ్) ($Mgcl_2$) (మెగ్నిషియం క్లోరైడ్) గా తయారవుతోంది ఈ విక్రియనుబట్టి, ఫ్లోరిన్, క్లోరిన్ మొదలైన ఏకవరుసలోనున్న మూలపదార్థములకు చిట్టచివరవలయములోనున్న ఎలక్ట్రాన్ మినహా, మిగతా ఎలక్ట్రానువలయములు అన్నీ సంపూర్ణమైనవీ స్థిరమైనవీ అని మనకు తెలుస్తుంది. ఒకే ఎలక్ట్రానునుకలిగిఉన్న ఉదజని విషయంలోగూడా యిట్లాగే ఉంటుంది.

మనకి అవకాశమేగనక ఉంటే, మూలపదార్థముల అనేక యితర ధర్మాలను గురించిగూడా పరిశీలన చేయవచ్చు. కేంద్రకము చుట్టూ పరివేష్టించిఉన్న ఎలక్ట్రాన్ వలయముల పరిశీలనలవల్ల ఆయాపదార్థ ధర్మములను గురించి

జోస్యము చెప్పను. ఇంతవరకూ మనము తెలుసుకున్న సమాచారమునకు పుష్టికలుగగలదనే ఉద్దేశ్యంతో మరొక ధర్మము (Property) ను గురించి చెప్పబోతున్నాను.

పరమాణువులు ఎట్లా విద్యుత్ ప్రేరకములవుతవో, విద్యుత్ క్షేత్రము (Electrical Field) నందు అయనములు (Ions) లేక సంచారులు (Wanderers) గా ఉంటవో యింతకు పూర్వము వర్ణించిఉన్నాను. మూలపదార్థావర్తన పట్టికనందు ఒకే వరుసక్రమంలోగల లిథియం, సోడియం మొదలైన క్షార లోహము (Alkali Metals) లకు ఒకేఒక ఎలక్ట్రాను కలిగిన చివరి వలయం ఉండటంవల్ల, యీ ఎలక్ట్రానును లాగివేసి, విద్యుదావేశదృష్ట్యా, మూలపదార్థమునకు బ్యాలన్సు లేకుండా చేయవచ్చును. సర్వసాధారణంగా, కేంద్రకము చుట్టూఉన్న ఋణవిద్యుత్ ప్రేరిత ఎలక్ట్రానుల సంఖ్యకు సరిసమానంగా కేంద్రకముమీద ధనవిద్యుత్ ప్రేరణలుగూడా ఉంటవి. వీటిలో ఒక ఎలక్ట్రానును గనుక తొలగించి వేస్తే, పరమాణువులో ఒక ధనవిద్యుత్ ప్రేరణ అధికంగాఉండి, అది ధనవిద్యుదయనము (Positive Ion) అవుతుంది. ఇది యదార్థమైన విషయము: ఒకొక్క ప్రేరణతో క్షారలోహములు Li (లిథియం అయనము), Na_+ (సోడియం అయనము) లుగా అతి సులభంగా మారిపోతవి.

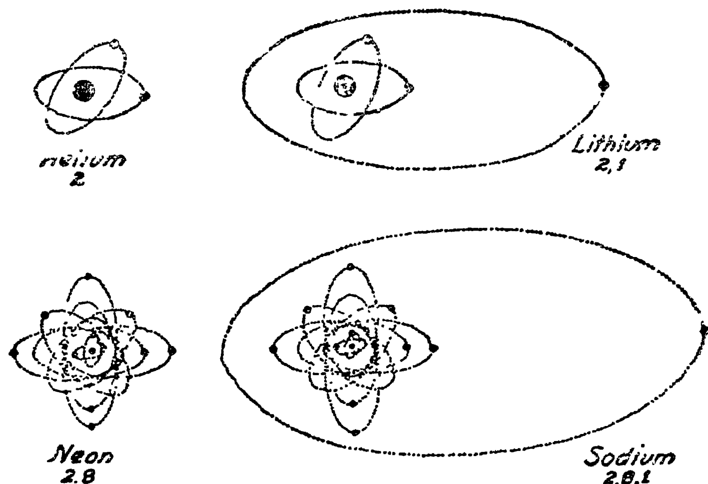
బెరెలియం వరుసలోనున్న మూలపదార్థములు ద్విబంధయుతములైన అయనములనుండి తయారుకావాలి. వాటి రెండు ఎలక్ట్రానులు సులభంగా తొలగింపబడాలి; వెనుక

వరుసనున్న ఆూరలోహములలోని ఎలక్ట్రానును తొలగించి నంత సులభంగా కాకపోయినా యివిగూడా సాధ్యమైనంత సులభంగానే తొలగింపబడాలి. ఇదిగూడా యథార్థ విష యమే! ప్రతి పదార్థమూ రెండు ధనవిద్యుత్ ప్రేరణలతో కాల్షియం, Ca^{++} అయనముగానూ, మేగ్నేషియం, Mg^{++} అయనముగానూ మారును. ఇదేవిధంగా మిగతా పదార్థ ములు.

ఇక, బోరాన్ వరుసలోనున్న మూలపదార్థములు, చివరి వలయంలో మూడు ఎలక్ట్రానుల చొప్పున కలిగి యుండాలి; వీటినితొలగించివేసినప్పుడు అయనములును మూడు ధనవిద్యుత్ ప్రేరణలు కలిగిఉండాలి. ఆ విధంగానే జరుగు తుంది: అల్యూమినం, Al^{+++} గానూ – సెరియం. Ce^{+++} గానూ మారుతవి.

ఇక మిగతా ఫ్లోరిన్, క్లోరిన్ మొదలైన మూలపదార్థ ములను పరిశీలించి చూడండి. 8 ఎలక్ట్రానుల పూర్ణవలయం ఏర్పడటానికి ఒక ఎలక్ట్రాన్ కొరత వీటికి ఉన్నది. అంటే ఒక ఎలక్ట్రాన్ దీనిలో సులభంగా జొరబడువచ్చునన్నమాట. అప్పుడు కేంద్రకముమీదగల ధనవిద్యుత్ ప్రేరణ సంఖ్యకన్నా పరమాణువునందు ఒక ఎలక్ట్రాన్ అధికంగా ఉంటుంది. అది ఋణవిద్యుత్ ప్రేరితమై ఋణ అయనము అవుతుంది. ఒక్కొక్క ఋణవిద్యుత్ ప్రేరణతో ఫ్లోరిన్ F^-, క్లోరిన్ Cl^-, అయొడిన్ I^- గానూ అవుతవి.

9 వ చిత్రంలో ఎలక్ట్రాన్‌వలయములు గుండ్రంగా ఉన్నట్లు చూపించబడినవి. కాగితం బల్లపరుపుగా (**Flat**) గా ఉండటమే యిందుకు కారణం. నిజానికి యీ ఎలక్ట్రాన్ కక్ష్యలు (**Orbrits**) ఏ విధంగా ఉండేదీ 10 వ చిత్రంలో చూపబడింది. దీనినిబట్టి, సూర్యునిచుట్టూ గ్రహములు వలయాకారంగా



10 వ పటము

తిరుగునట్లే కేంద్రకముచుట్టూ ఎలక్ట్రానులుతిరుగునట్లు భావిస్తే యీ వలయముల ఆకృతి మనకు బోధపడుతుంది.

కేంద్రకముచుట్టూ వలయాకారములలో అమర్చబడి ఉన్న ఎలక్ట్రానుల ఉనికి ఒకఅద్భుతమైన విషయంగా గోచరిస్తుంది. పరమాణువులో వాటి నిజమైన ఉనికినిగురించే, గమనము (**Movement**) ను గురించే అనేక పరిశీలనలు జరిగినవి:

దాని ఫలితంగా అతిసూక్ష్మతరమైన విషయాలనుగూడా తెలుసుకున్నారు. వివిధ పరిస్థితులయందు మూలపదార్థములు ఏ ఏ రంగురంగుల వెలుగును విడుదల చేస్తాయో, లోనికి తీసు కుంటాయో మొదలయిన విషయములనుగురించిన శాస్త్ర పరి శోధన అత్యుత్కృష్ట మేధాశక్తినీ కార్యదక్షతను నిరూపిస్తుంది.

అయితే యిప్పుడు ఈ విషయపరిజ్ఞానంతో మనకు అవ సరంలేదు. ఎంత ఆకర్షణీయంగా అందంగా కనిపిస్తున్నప్పటికీ యీ క్షేత్రమునువదిలి, కేంద్రక అంతర్భాగములోనికి వెళ్ళి అక్కడినిర్మాణక్రమము, ఏవిధంగా పరమాణు స్వరూపమునకు దారితీసినదీ మనం పరిశీలిద్దాము.

IV

పరమాణు నిర్మాణం పూర్తిఅయినది

1. ఐసొటోపులు :

బాహ్య అభిన్న స్వరూపములు
అంతర విభిన్న స్వరూపములుకలిగిన
పరమాణువులు

పరమాణువులు, ప్రోటానులతోనూ ఎలక్ట్రానుల తోనూ నిర్మింపబడినవి. ప్రోటానీబరువు 1 యూనిట్, ఎలక్ట్రాన్ బరువు 1/1840 లేక 0.00054 యూనిట్. ఎలక్ట్రాన్ బరువు అత్యంత స్వల్పముగదా. మరి మూలపదార్థముల పరమాణుభారము పూర్ణసంఖ్యగా గాని లేక దాదాపు పూర్ణ సంఖ్యగా గాని ఎందుకు లేదు?

ఈ సమస్య అతి పురాతనమైనది. పంథొమ్మిదవశతాబ్ది ప్రారంభంలో డాల్టన్‌పండితుడు పరమాణుసిద్ధాంతమును సూచించిన తర్వాత, ప్రౌట్ అనే తత్వవేత్త పరమాణువులన్నీ ఉదజనితో నిర్మింపబడి ఉండవచ్చునని సూచించాడు. కాని మూలపదార్థముల పరమాణుభారములు, ఉదజనిభారమునకు సరియైన గుణిజములు (Multiples) కాకపోవుటవలన, యీ

సూచనను త్రోసివేయవలసివచ్చినది. 1900 సంవత్సరమున కల్లా పరమాణుభారముల యదార్థసంఖ్యను తెలుసుకోగలిగారు. అవి సంపూర్ణసంఖ్యలూ కావు; ఉదజనికి గుణిజములూ కావు. ప్రౌట్‌యొక్క కాల్పనిక సిద్ధాంతము (hypothesis) ఎప్పుడో వదిలివేయబడింది అయినప్పటికీ పరమాణువులన్నీ ప్రోటానులు ఎలక్ట్రానులతో నిర్మింపబడుతున్నాయని భావిస్తూ ఉండటంవల్ల, యీ సిద్ధాంతమునకు ఆధారం లేకపోలేదని తెలుస్తుంది పరమాణునిర్మాణంగురించి మనసిద్ధాంతమే గనుక యదార్థమైతే, మరి పరమాణు భారములు సంపూర్ణ సంఖ్యలుగా లేకపోవడానికి కారణం ఏమిటి?

అదృష్టవశాత్తూ ఈ ప్రశ్న, పరిశోధకులను ఎంతో కాలం చికాకున పెట్టలేదు. పరమాణు కేంద్రక నిర్మాణమును గురించి రూథర్‌ఫోర్డ్ పండితుడు ఏనాడైతే ఋజువుచేశాడో ఆనాడే మిగతా ప్రకృతి (Phenomena) దీనికి జవాబును సూచించింది. రసాయనికంగా వేరువరచి పరిశుభ్రంచేసే మూలపదార్థములు నిజానికి ఒకేఒక మూలపదార్థములు కావు, వాటిలో యితర పదార్థాలుగూడా కలిసి మిశ్రమాలుగా ఉంటవి. ఈ కారణం వల్లనే పరమాణుభారములు సంపూర్ణ సంఖ్యలుగా ఉండవు. ఈవిషయమునుగురించి కొంత విపులీకరించి చెప్పవలసి ఉన్నది.

అయోనియం మూలపదార్థమును తీసుకోండి. 1906లో అది ఒక నూతన మూలపదార్థము. ఏల్ నివాసియైన B. B. బోల్ట్‌ఉడ్ పండితుడు దీనిని కనుగొన్నాడు. పిచ్‌బ్లెండ్ నుంచి ఈ పదార్థమును ఆయన వేరుచేశాడు. ఈ ఖనిజంలో

ఎంతో యురేనియం ఉంటుంది. ప్రపంచమును దిగ్భ్రాంతి నొందించిన రేడియమ్‌ను, క్యూరీదంపతులు యీ పిచ్ బ్లెండ్ నుంచే అనేక సంవత్సరముల క్రితం బయటకు తీశారు. అయో నియముయొక్క రసాయనిక ధర్మములనుగురించి జరిపిన పరి శోధనలవల్ల, ఈ పదార్థమునకు, థోరియమునకూ పోలిక ఉన్నట్లు కనుగొనబడింది. థోరియమునకు వలెనే దీనికిగూడా అదే వర్ణలక్షణములు, అదే ద్రవనాంకము (Melting Point) అదేస్వరూపముఉన్నది. అయితే యీ రెండు మూలపదార్థముల పరమాణు భారములోనూ తేడాఉన్నది అయోనియము యొక్క పరమాణుభారము 231.5, థోరియముయొక్క పర మాణుభారము 232.1.

అయోనియము థోరియములను ఒకదానితో ఒకటి పోల్చిచూస్తే రసాయనకంగా అవి ఒకేరీతిని ఉండుటయేకాదు. వాటిలో విభేధంగూడా ఏమీఉన్నట్లుతోచదు. వీటిని రెండిం టిని కలిపివేసినప్పుడు యిక విడదియ్యటానికి తరంకాదు. కరుగుదల (Solubility) క్వథనాంకము (Boiling Point) సమ్మే ళనశక్తి (Combining Capacity) అనే పదార్థ ధర్మములయందలి తేడాలవల్ల, రసాయన చర్యద్వారా పదార్థములను వేరుచేయ డానికి చాలవరకు వీలవుతుంది. వివిధములైన రెండు పదార్థ ములు ఒక ద్రవములో కరిగినప్పుడు మరొక ద్రవమును గనుక కలిపితే ఒక పదార్థము అవక్షేప (Precipitate) రూపం దాలుస్తుంది, రెండవ పదార్థము ద్రావకములో మిగిలిపోతుంది. కాని థోరియము, అయోనియమూ ఒకే రసాయనిక ధర్మము లను కలిగియుండుటవలన, వీటిని వేరుపర్చడానికి సాధ్యపడదు.

అయినాగూడా, వాటి పరమాణుభారములు వేరువేరుగా ఉండటంవల్ల అవి రెండూ ఒకే పదార్థము కాలేవు.

పరమాణుభారములలోని తారతమ్యము 0.6 మాత్రమే. అతిస్వల్పమే అయినప్పటికీ పరమాణుభారములు దశాంశములలో చాలా స్థానములవరకు ఎంతో నేర్పుతో గుర్తించటంవల్ల యీ 0.6 తారతమ్యముగూడా తప్పక లెక్కలోనికి తీసుకొనవలసినదే. కాబట్టి ధర్మములు ఒకటే అయినా వేర్వేరు పరమాణుభారములు కలిగిన ఒకేరకమైన రెండు పదార్థములను మనం చూశాము.

ఇది నిజంగా చిక్కుసమస్యే. కాని యీ సందర్భంలో వచ్చే చిక్కులుగూడా జంటలు జంటలుగా వచ్చాయి. ఇక్కడ ఒక విషయం జ్ఞాపకం చేసుకోవాలి: రేడియం ఒకేసారి ఆల్ఫాకణములను, ఎలక్ట్రానులను, గామాకిరణములను విడుదలచేసి రాడాన్‌గా మిగిలిపోతుంది. రాడాన్‌గూడా స్వతస్సిద్ధంగా రేడియో ధార్మికత కలిగినది. కొద్దిసేపట్లో అది రేడియో - A గా మారిపోతుంది. దానికిగూడా రేడియం ధార్మికతఉంది. ఈ రేడియం A కాస్తా రేడియం B గా మిగులుతుంది. ఇది రేడియం - C గా మారుతుంది, ఈ విధంగా పరావర్తనములు చెందుతూపోయి సీసమును పోలిన ఒక స్థిర (Stable) పదార్థంగా నిలిచేపోతుంది. స్వరూపంలోనూ, రసాయనిక లక్షణాలలోనూ, రంగు ధర్మాలలోనూ ఈ పదార్థము అచ్చుగుద్దినట్లుగా సీసమును పోలిఉంటుంది. దీనిని గనక సామాన్య సీసముతో కలిపితే, యిక ఆ మిశ్రమమునుంచి వాటిని వేరు

వేరుగా విడతియ్యడానికి సాధ్యపడదు. అయినప్పటికీ అవి రెండూ రెండు చోట్ల ఉత్పత్తి అయినవి.

సమస్యను క్లిష్టతరం చేయుటకు రెండేగాకుండా మరొక రకమైన సీసముగూడా ఉన్నది. ఈ మూలపదార్థము థోరియము. పరమాణు సంఖ్య 90 దీనికి తనంతటతానుగా రేడియో ధార్మికత కలిగిఉన్నది. రేడియమువలెనే ఇదిగూడా అనేక వరుసక్రమ మార్పులను చెందుతుంది. వరుసక్రమంలో చివరకు, సరిగ్గా సీసము ఆకారమూ, స్వభావము కలిగిన ఒక పదార్థము మిగులుతుంది.

అయోనియము-థోరియము, ఒకే పోలికలు కలిగిన మూడురకముల సీసము-ఈ జటిల సమస్యయొక్క అంతరార్థమ ను 1910 ప్రాంతంలోనే ఫ్రెడిరిల్ సాడ్డీ అనే తత్వవేత్త ఊహించాడు. ఈమూడు సీసముల పరమాణుభారము వేర్వేరుగా ఉంటుంది: థోరియమునుంచి వచ్చినదాని బరువు మామూలు సీసమునుంచి వచ్చిన బరువునకు అధికముగా ఉంటుంది. ఇక రేడియంనుంచి వచ్చినదాని బరువు తక్కువుగా ఉంటుంది-అని అతి ధైర్యంగా ఆయన జోస్యం చెప్పాడు. అదేవిధంగా కాస్మిర్ ఫజన్స్ అనే పండితుడుగూడా జోస్యంపలికాడు. ఈ రెండు జోస్యములూ యథార్థములైనవి. సామాన్యసీసముయొక్క పరమాణు భారము 207.2, థోరియం సీసముయొక్క పరమాణుభారము 207 . 9, యిక రేడియంయొక్క పరమాణుభారము 2(6 . 1 ఒకటి 0.7 అధికం. ఇక రెండవది సామాన్య సీసముకన్నా 1 . 1 తక్కువ. పరమాణుభారములను నిర్ణయించుటలో

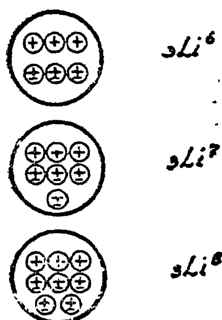
నిపుణులైన మేధావులచే యీవిలువలు కనుగొనబడినవి. వీరిలో ముఖ్యులు అమెరికా వాస్తవ్యుడు థియోడోర్ W. రిఛర్డ్స్, జర్మనీ తత్వవేత్త, O హానిగ్ స్కిమిడ్ ముఖ్యులు. ఈ మూల పదార్థములు వేర్వేరు పరమాణుభారములు కలిగి ఒకే పోలికనఉన్నాయి. ఇది ఎట్లా సంభవం?

సాడ్డీ పండితుడు వీటికి ఐసోటోపులు అని నామకరణం చేశాడు. పరమాణునిర్మాణదృష్ట్యా యీ ఐసోటోపులు దేనికి ప్రాతినిధ్యంవహిస్తాయో ఆయన విశదీకరించాడు. గ్రీకుభాషలో 'ఐసో' అంటే ఒకేరకమైన అనీ 'టోపోస్' అంటే మచ్చ లేక అవరణము అనీ అర్థము. మూలపదార్థావర్తన పట్టికలో ఒకే ఆవరణను ఆక్రమించు మూలపదార్థములే ఐసోటోపులు. పరమాణుభారములందు భేదముఉంటే ఉండుగాక, వాటికి పరమాణుసంఖ్య, ఒకరకమైన రసాయన ధర్మాలు ఉంటవి. కేంద్రకముః మీాదనున్న ధనవిద్యుత్ ప్రేరణల మొత్తమునకు సరిసమానంగా, కేంద్రకమునకు వెలుపలనున్న ఎలక్ట్రానుల సంఖ్య ననుసరించి మూలపదార్థముల ధర్మములు నిర్ణయింపబడునని మనం తెలిసికొని యున్నాము. రసాయనికంగా రెండు పదార్థములను వేర్వేరుగా గుర్తించుటకు వీలులేనప్పుడు, కేంద్రకముమీాదనున్న ధనవిద్యుత్ ప్రేరణ సంఖ్య ఒకటే అయి ఉండాలి. కేంద్రకమునకు వెలుపల ఒకేసంఖ్యగల ఎలక్ట్రానులు ఉండాలి. వలయములలో వాటి ఏర్పాటు ఒకేతీరున ఉండి ఉండాలి.

అయినప్పటికీ, కేంద్రకములో దానికి కావలసిన మొత్తము విద్యుత్ ప్రేరణ నిచ్చేదానికన్నా అధికంగా ప్రోటా

ణములు ఉంటాయి. ఉదాహరణకు, హీలియమునందు కేంద్రకములో 2 ప్రోటానులు ఉన్నవి. ఇవి ధనవిద్యుత్ ప్రేరణల నిస్తుంది; కాని దీని పరమాణుభారము 4. కాబట్టి కేంద్రకమునందు అధికంగా 2 ద్రవ్యరాసిని సరఫరా చేసేది మరేదో ఉండిఉంటుంది.

ఈ సమయమునందు, కేంద్రకములో అధికంగా ఉన్న ద్రవ్యరాసి 2, మరిరెండు ప్రోటానులవల్ల సంప్రాప్త మవుతున్న దనీ యీ ప్రోటానులు ఒకొక్కటి ఒకొక్క ఎలక్ట్రానుచే కేంద్రకమునందు తటస్థీకరణము చెందుచున్నవని భావించబడినది. పరమాణుభారము 7, పరమాణుసంఖ్యకి కలిగిన లిథియము



11వ పటము

కేంద్రకమునందు 7 ప్రోటానులు వున్నవి. వీటిలో 4 కేంద్రకమునందు ఎలక్ట్రానులచే తటస్థీకరణము చేయబడుచున్నవి, ఇకపోతే కేంద్రక ప్రేరణ 3 మిగులుతున్నది.

లిథియము పరమాణువు 11వ చిత్రములో నున్నరీతిన మరొకవిధంగా నిర్మింపబడి ఉన్నదని భావిద్దాము. దీనియొక్క

కేంద్రకమునందు 6 ప్రోటానులు ఉన్నవనీ, వీటిలో 3 ప్రోటానులు 3 ఎలక్ట్రానులచే అంతర్గతముగా తటస్థీకరణము చెందినవనీ అనుకుందాము. కేంద్రకమునందు యింకా 3 ధన విద్యుత్ ప్రేరణలు ఉన్నాయి. పరమాణువునందు యిదివరకు వలెనే 3ఎలక్ట్రానులతో కూడిన రెండు వలయములు ఉన్నాయి. వలయములలోని ఎలక్ట్రానులనుబట్టి రసాయన ధర్మములు నిర్ణయింపబడుతవి కనుక ఈపరమాణువుకు లిథియం పరమాణువుకు రసాయనికముగా బేధము కనుపించదు. దీనికి అదే పరమాణు సంఖ్య 3 ఉంటుంది, మూలపదార్థావర్తన పట్టికలో అదే స్థలమును ఆక్రమిస్తుంది. కాని దీని పరమాణుభారము మామూలు లిథియంభారమునకన్నా 1 యూనిట్ తక్కువగా ఉంటుంది. అంటే పరమాణుభారము 7 నకు బదులు 6 ఉంటుంది.

మరొక ఉదాహరణ తీసుకుందాము. ఒక పరమాణువు కేంద్రకములో 8 ప్రోటానులు ఉన్నవనుకోండి, ఈ 8 ప్రోటానులలో 5 అంతర్గతముగా (Internally) తటస్థీకరణము చెందుతాయి. కేంద్రకమువీూదఉండే మొత్తము ప్రేరణము తిరిగి 3 ఉంటుంది, పరమాణువు వెలుపల 3 ఎలక్ట్రానులు రెండు వలయములలో అమర్చబడి ఉంటాయి. అలాంటి పరమాణువునకు, లిథియమునకుగల అన్నిరసాయన లక్షణాలూ ఉంటాయి; దాని పరమాణు సంఖ్య 3 అయి ఉంటుంది. మూలపదార్థావర్తన పట్టికలో లిథియంఉన్న గడినే యిది కూడా ఆశ్రయిస్తుంది. కాని దీని పరమాణుభారము 7 కు బదులు 8 అయి ఉంటుంది.

సాడ్డీ పండితుని సిద్ధాంత ప్రకారము యీ మూడు రకముల లిధియమ్, ఐసోటోపులు అవుతవి. రసాయినకముగా ఒకే పోలికగల పదార్థములే కాని పరమాణుభారములు మాత్రము వేర్వేరుగాఉంటవి. ఈ పద్ధతినే, అయోనియం, థోరియం, మూడు రకముల సీసములను సాడ్డీ వివరించాడు. అయోనియము థోరియము ఐసోటోపులు: వాటి రెండింటి పరమాణు సంఖ్య 90, ఒకే సంఖ్యగల కేంద్రకప్రేరణలు. కేంద్రకమునకు బదులు ఒకే వలయమునందు అమర్చబడిన ఒకే సంఖ్యగల ఎలక్ట్రానులు వీటికి ఉన్నాయి. కేంద్రకమునందు అంతర్గతముగా తటస్థీకరణము చెందిన ప్రోటానుల సంఖ్యలో తేడాఉంటుంది. దీనివల్లనే పరమాణుభారమందలి తేడా. ఇదేవిధంగా సీసము, రేడియం – సీసము, థోరియం – సీసము, ఐసోటోపులు: వాటి పరమాణు సంఖ్య ఒక్కటే. కేంద్రకములో అంతర్గతముగా తటస్థీకరణము చెందిన ప్రోటానుల సంఖ్యలో తేడాఉంటుంది; ఇదే వాటి పరమాణుభారమును నిర్ణయిస్తుంది.

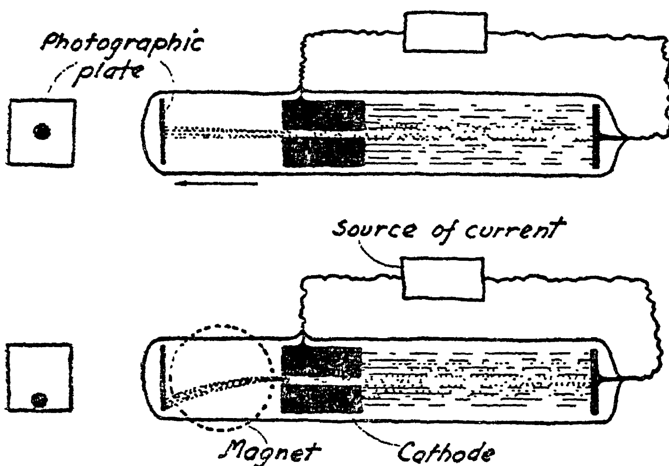
సాడ్డీపండితుని సిద్ధాంతము, అయోనియము – థోరియము ఒకదానినిపోలి మరొకటిపోలిఉన్నా, వాటి పరమాణు భారములో ఎందువల్ల తేడాఉన్నదో వివరిస్తుంది. కాని వీటిలో దేని పరమాణుభారమూ సంపూర్ణసంఖ్యకాదనే సత్యాన్ని యిది ఎట్లా వివరించి చెప్పగలదు? ఈ ప్రశ్నకు జవాబు సాడ్డీకి తెలుసును. అయోనియము గాని థోరియము గాని పరిశుద్ధమైన ఐసోటోపు కాదు, ప్రతిఒక్కటీ మిశ్రమపదార్థమే.

లిథియమును పరిశీలించటం అతి సులభము : మూడు రకములుగా లిథియము లభ్యం కాగలదనీ, రసాయనికంగా అవి ఒకే స్వరూపంగల ఐసోటోపు లని యింతకుముందే మనం తెలుసుకున్నాము. మామూలు పదార్థపరమాణు భారము 7, తేలికదాని పరమాణుభారము 6, బరువైనదాని పరమాణుభారము 8. ప్రకృతిలో దొరికే సాధారణ లిథియము– ఒక తేలిక ఐసోటోప్ 2వ ఒక బరువు ఐసోటోప్ కలిసిన మిశ్రమంగా ఊహించండి. వాటిని రెండింటిని సమానపాళ్ళలో కలిపితే మిశ్రమంయొక్క పరమాణుభారము 6కి 7కి మధ్యన ఉంటుంది; అంటే మిశ్రమపరమాణుభారము 6.5; అన్నమాట. లిథియంయొక్క అసలు పరమాణుభారము 6.94. ఈ సంఖ్య 7కి చాలాదగ్గరలోఉన్నది. అందువల్ల మిశ్రమంలో ప్రతిఇరవై పరమాణువులకి ఒక ఐసోటోప్ వంతున ఉండవచ్చును.

ఈ సృష్టిలో లభ్యమయ్యే మూలపదార్థములలో చాలవరకు ఐసోటోపులు కలిసిన మిశ్రమాలు అని అనుకొందాము. సంపూర్ణ సంఖ్యలుగా పరమాణుభారములు ఉండక పోవటానికి కారణము, సహజముగా లభ్యమయ్యే మూలపదార్థములలోని వివిధమైన ఐసోటోపుల తారతమ్య మొత్తములే కీలకమనవచ్చును. ఇది సత్యమని రూఢియైనది. అయితే 1910లో ఇదంతా ఊహాసంబంధమైన అద్భుత కల్పనమాత్రమే.

ఈ భాగమును ముగించేముందు ఐసోటోపులను ఎట్లా గుర్తించాలో మనం తెలుసుకోవాలి. ఎందువల్లనంటే ముందు కథాక్రమంలో వీటి అవసరం మనకు ఎంతైనా ఉన్నది. లిథియమును మరొక్కసారి ఉదాహరణగా తీసుకొందాము.

ఆ వెనుక సూటి కిరణాలుగా రూపొందుతాయని అయన సలహ. ఈ కారణంగా కాథోడ్‌కి ఎడమవైపున నాళికను ఆయన పొడిగించాడు. చిట్టచివరిభాగంలో ఒక ఛాయాచిత్రఫలకము నుంచేందుకు ఏర్పాటుచేశాడు. ధనవిద్యుత్ కిరణము ఛాయాచిత్రఫలకమును తాకి, కిరణ ద్వారమునకు సరిసమానమైన మచ్చను దానిమీద చేస్తుందని ఆయన అభిప్రాయం. ప్రయోగంద్వారా ఆ అభిప్రాయం యదార్థమని ఋజువైంది.



12 వ పటము

ధన విద్యుత్ కిరణముల ఉనికినిగురించిన ప్రదర్శనమున కన్నా, ఆ తర్వాత జరిపిన పరిశీలనలు ఎంతో ఆసక్తి జనకంగా వుంటాయి. కొన్ని ఎలక్ట్రానులు విడిపోగా వాయువునందు మిగిలిన పరమాణువులే యీ కిరణములుగనక నిజంగా అయితే అంటే అవి అయనములుగనక అయితే, దాదాపు శూన్య

ముగా నున్న నాళికలోని వాయుపరమాణువులయొక్క ద్రవ్యరాసి అయి ఉండాలి. ఇలాంటి ద్రవ్యరాసులను ఏవిధంగా కొలవాలో థాంసన్‌పండితునికి తెలుసు. చాలాసంవత్సరముల క్రితం ఎలక్ట్రానుల ద్రవ్యరాసిని కొలిచినవాడు యీాయనే. అదే సిద్ధాంతాన్ని ఆయన యిక్కడకూడా ఉపయోగించాడు. నాళికకు దగ్గరగాఉంచిన అయస్కాంతము, ధనవిద్యుత్ ప్రేరిత ములయిన కణములను ఋజుమార్గమునుంచి పక్కకు మళ్ళించాలి. అయస్కాంత స్థానమునుబట్టి ఛాయచిత్రఫలకము యొక్క నాభిస్థానమును తాకుటకు బదులు కిరణము క్రిందగాని పైనగాని తాకాలి. అంతేగాకుండా విద్యుదావేశము గలిగిన కణముల కిరణము, కణములలోని ద్రవ్యరాసినిబట్టి వంపుతిరగాలి. తేలిక కణములకన్న బరువు కణములు స్వల్పంగా వంపు తిరగాలి; ధనవిద్యుత్ కిరణములలో రకరకముల అయనములు గనక ఉన్నట్లయితే, ఈ అయనముల ద్రవ్యరాసిని బట్టి ఛాయాచిత్రఫలకముమీాద నాభిస్థానమునకు వేర్వేరు దూరములయందు మచ్చలుపడాలి.

థాంసన్ పండితుడు ఈ పరికరాల్లో మొట్టమొదట నియాన్‌వాయువును ఉపయోగించాడు. నియాన్‌వాయువు యొక్క ఎరుపు రంగు నియాన్ ప్రకటనా ఫలకాల్లో యీా రోజులందు సర్వసామాన్యమైపోయింది. 1910 లో యిది అపురూపమైన విషయము. థాంసన్ పండితుడు తన ప్రయోగమునందు పరిశుభ్రమైన నియాన్‌వాయువును ఉపయోగించాడు. ఈ వాయువుయొక్క ధనవిద్యుత్ కిరణములు అయస్కాంతముచే వంపు తిరిగి, నాళిక చివరి భాగమునందుగల

ఛాయాచిత్రఫలకముమీద నల్లటిమచ్చగా అచ్చుపడినవి. కేంద్రస్థానమునుంచి యీ నల్లటి మచ్చపడిన దూరము ద్రవ్యరాసి 20 కి సమానమైనది. నియాన్‌యొక్క పరమాణుభారము 20 కి కొంచెం అధికంగాఉంటుంది. కాబట్టి దీనివలన మనకు కావలసిన సమాచారము లభ్యమయినది.

నియాన్‌కి తుల్యమైన నల్లటి మచ్చకు తోడుగా, కేంద్రమునకు చాలదూరమునందు తేలిక మచ్చగూడా ఒకటి ఏర్పడింది. ఈ దూరమునుబట్టి ఆపదార్థముయొక్క పరమాణుభారము 4 అయివుండునని భావించవచ్చును. ఈతేలిక మచ్చ తప్పక హీలియం అయిఉంటుంది. మూలపదార్థావర్తన పట్టికలో నియాన్ హీలియములో ఒకేవరుసలో ఉంటాయనీ, యివి ఓడవాయువులనీ మనకి తెలుసును. నియానును పోలిన మూలపదార్థములనుండి స్వల్పమైన మకిలిని సంపూర్ణముగా తీసివేయుటకు ఎందుకు సాధ్యపడదో మనకు సులభంగా బోధపడుతుంది. యదార్థమునకు ఛాయాచిత్ర ఫలకముమీద మరొక మచ్చగూడా ఉన్నది: కేంద్రమునకు దీనికిగల దూరమునుబట్టి ఆ పదార్థముయొక్క పరమాణుభారము 40 అని మనం గుర్తించవచ్చును. ఆర్‌గాన్‌యొక్క పరమాణుభారము 39.9 మూలపథార్థావర్తనపట్టికయందు ఒకేవరుసనందుగల జడవాయువులలో ఆర్‌గాన్‌గూడా ఒకటి.

ఇంతవరకూ అంతా బాగానేఉన్నది. అయినప్పటికీ, మరింతశ్రద్ధగా పరిశీలించిచూస్తే నియాన్‌కి దగ్గరలో నీడలాగా ఒకమచ్చ కనిపిస్తుంది. దూరమునుబట్టి యీ పదార్థపరమాణుభారము 22 అని తెలుస్తుంది. థాంసన్ పండితుడు తను ఉప

యోగించే నియాన్‌ను అనేక తడవలు పరిశుభ్రపరిచాడు. కాని ఏ నాళికలో 20 వద్ద నియాన్ కనిపించినా దాని ననుసరించి నీడ లాగా 22 వద్ద ఒక మచ్చ పొడగట్టానే ఉన్నది. దీనినిబట్టి రసాయనచర్యలద్వారా విభజించడానికి వీలుకాని 20, 22 పరమాణుభారములు కల్గిన రెండురకముల నియానులు ఉన్నవా అనే ప్రశ్న తల ఎత్తింది. రెండురకముల నియానులే గనుక ఉన్నట్లయితే, ఎంతపరిశుభ్రపరచిన నియాన్ వాయువూ20.18 పరమాణుభారము కలిగి ఉంటుందనీ, ఇది రెండు నియాను ఐసోటోపుల మిశ్రమమనీ, యీమిశ్రమంలో నియాన్-22 అతి స్వల్పంగా ఉంటుందనీ మనం కారణం చెప్పవచ్చును.

J J. థాంసన్ అధిపతిగా ఉన్న కేంబ్రిడ్జి విశ్వవిద్యాలయ కేవెన్‌డిష్ ప్రయోగశాలయందు 1913 ప్రాంతములో యీ పరిశీలనలు చేయబడినవి. ఇక్కడ పనిచేస్తూవున్న F. W. ఏస్టన్ అనే యువకుడు ఈ పరిశీలనలు యదార్థములని ఋజువు చేయవచ్చునని తలచాడు. రసాయనచర్యలవల్ల యీ రెండు నియానులను వేరుచేయుట సాధ్యం అవకపోయినా, ఎలక్ట్రానులసంఖ్యాబలంమీాద కాకుండా కేంద్రకముయొక్క ద్రవ్యరాసిమీాద ఆధారపడిఉండే ఏదైనా భౌతికధర్మముసహాయంతో వీటిని వేరుచేయుటకు సాధ్యంకావచ్చును – అని ఆయన వాదన. ఉదాహరణకు : నియాన్‌ను ద్రవీకరించి నెమ్మదిగా ఆవిరి అవునటులచేయాలి. నియాన్-20 పరమాణువులకన్నా నియాన్-22 పరమాణువులు నూటికి పదిరెట్లు అధికభారముకలవి. బరువైన ఐసోటోపుల పరమాణువులు, నియాన్ ద్రవమునుంచి విదిలించుకుని, గాలిలోనికి వచ్చే నియాన్ వాయువుగా మారుటకు

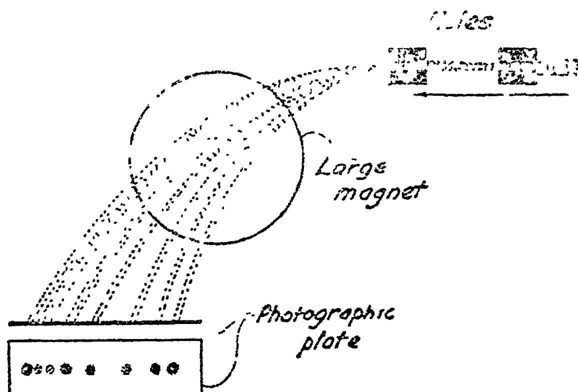
కొంత శ్రమపడతాయి. యీ విధంగా బరువైన నియాన్ కన్నా సులభంగా వేగంగా తేలికగా నియాన్ ఆవిరి అయిపోతుంది. ద్రవమంతా యిగిరిపోయినతర్వాత మిగిలిఉండే పదార్థములో బరువు నియాన్ మొదటకన్నా అధికంగా ఉండాలి.

ఈ విధంగా ఏస్టన్ తనప్రయోగాన్ని చేశాడు. కాని మార్పు యేమీ కనిపించకపోవడంవల్ల యీ ప్రయత్నం విఫలమైనది. పద్ధతిలో ఏవిధమైన మార్పులేకుండా ఆయన మరొకరకమైన ప్రయోగం చేసిచూశాడు: బాగా ఉడికించి చల్లార్చిన మట్టిముద్దగుండా ఒక పాత్రలోనుంచి మరొక పాత్రలోనికి నియాన్ విస్తరించునటులచేశాడు. మట్టిముద్దనిండా సూక్ష్మాతి సూక్ష్మమైనరంధ్రాలు ఉంటాయి; యీ రంధ్రములలోనుంచి నియాన్ పరమాణువులు ప్రయాణంచేయాలి. తేలిక నియాన్ వలె బరువు నియాన్ ఐసోటోపులు వేగముగా కదలలేవు. కాబట్టి మట్టిముద్దలోనుంచి వెళ్ళిన నియాన్‌వాయువులో బరువు ఐసోటోపులు అతి స్వల్పంగా వుంటాయి; పాత్రలో మిగిలినవాయువునందు బరువు ఐసోటోపులు అధికంగా ఉంటాయి. రెండుపాత్రలలోనూ ఉన్నవాయువులందు తేడా అతి స్వల్పంగా గోచరించింది. ఈ అభిప్రాయము నిజమైతే కావచ్చును. అని మాత్రమే యీ ప్రయోగము సూచించ గలిగినది కాని సమస్యాపరిష్కారంమాత్రం చేయలేకపోయినది.

ముందు ముందు యీ ప్రయోగములే విజయవంతములయినవి. అందువల్ల యీ రెండింటిని గురించి యిక్కడ ప్రస్తావించడం జరిగినది; అంతేగాకుండా పరమాణుబాంబు నిర్మాణమునకు అవసరములైన పదార్థములను తయారుచేయుట

లోగూడా యీపద్ధతులే అక్కరకు వచ్చినవి. దురదృష్టవశాత్తూ ఏస్టన్ పండితుని ప్రయోగములు ఆనాడు విజయవంతములు కాలేదు.

ఇది, ప్రథమ ప్రపంచ సంగ్రామము ప్రారంభమైన 1914 నాటి సంగతి: ఇంగ్లాండ్‌లోని యువకులంతా యుద్ధ సంబంధమైన కార్యకలాపాల్లో నిమగ్నులయిపోయారు. ప్రయోగశాలలందు సాధింపబడినది ఏమీలేదు. ప్రథమ ప్రపంచ సంగ్రామము ముగిసిన తర్వాత 1919లో ఈక్షేత్రము నందు ఏస్టన్ పండితుడు తిరిగి కృషి ప్రారంభించాడు; విభజన ప్రయోగముల జోలికిపోకుండా J. J. థాంసన్ పండితుని అడుగుజాడలను అనుసరించాడు.



13 వ పటము

థాంసన్ పండితుడు పొడిగించినదానికన్నా అధికంగా గైస్లెయిర్ నాళిక ఋణవిద్యుత్ మార్గమును ఏస్టన్ విస్తృత

పరిచాడు. ధనవిద్యుత్ అయనములు వెళ్ళే కాథోడ్ ఏక రంధ్రమునకు తోడుగా, మరొక లోహఫలకానికి రంధ్రము చేసి 13 వ చిత్రములో చూపిన రీతిగా అమర్చాడు. ధన విద్యుత్ అయనములు, ప్రథమ రంధ్రములోనుంచి వెళ్ళి రెండవ రంధ్రమును జేరుసరికి కొద్దిగా వంపు తిరిగి సన్నగా అవుతవి. ఎందువల్లనంటే ప్రథమ ద్వితీయ రంధ్రముల మధ్య సరాసరి ఋజుమార్గమున వెళ్ళే అయనములకు మాత్రమే రెండవ రంధ్రము అనుమతినిస్తుంది. ఈ విధంగా, యదార్థమైన అయనముల కిరణము ఏర్పడుతుంది. ఈ కిరణము నాళిక చివరనున్న ఛాయాచిత్రఫలకమును తాకినప్పుడు దానిమీద ఒక చిన్నమచ్చ వెలువడుతుంది. ఈ అయనముల కిరణము నకు దగ్గరలో బయటవైపున ఒక పెద్ద అయస్కాంతమును ఉంచినప్పుడు, కిరణము మామూలు మార్గమునుంచి వంపు తిరుగుతుంది. అయనము ద్రవ్యరాసినిబట్టి యీ వంపు (Curvature) ఉంటుంది. ఈ విధంగా ఛాయాచిత్రఫలకము మీద అనేక మచ్చలు ఏర్పడుతవి. కిరణముగా రూపొందిన అయనముల ద్రవ్యరాసిమీద యీ మచ్చలు ఏర్పడే స్థానములు ఆధారపడిఉంటవి. అయనముయొక్క ద్రవ్యరాసే కేంద్రకముయొక్క ద్రవ్యరాసి అవుటవల్ల ఈ పద్ధతిద్వారా ఐసోటోపులను వేరుపర్చవచ్చును.

ప్రథమప్రపంచ సంగ్రామమునకు పూర్వమే థాంసన్ పండితుడు, నియాన్ 20 నల్లని మచ్చకు తోడుగానున్న నియాన్ 22 తేలికమచ్చను కనుగొన్నాడు. ఇవి రెండూ నియాన్ ఐసోటోపులు అని ఆయన గుర్తించాడు. సున్నిత

మైన తన నూతనప్రయోగ పరికరముతో ఏస్టన్ పండితుడు, అన్ని మూలపదార్థములూ అవి ఎంత పరిశుభ్రపరచబడి నప్పటికీ ద్వితీయ తేలికమచ్చను కలిగి ఉంటాయని గ్రహించాడు. ఆయా మచ్చలనుబట్టి అయనముల తారతమ్య భారములను సులభముగా నిర్ణయించవచ్చును. అతి స్వల్పకాలంలోనే ఏస్టన్ అనేక మూలపదార్థముల ఐసోటోపులను గుర్తించాడు. మచ్చ ఎంత నలుపయ్యేదీ దానిని ఢీకొను అయనముల సంఖ్య మీద ఆధారపడి ఉండటంవల్ల, ఏ మూలపదార్థములో ఐసోటోపులు ఎంతఅధికంగా ఉన్నదీ ఆయన తెలుసుకో గలిగాడు. 13 వ చిత్రమునందు యిటువంటి ఛాయాచిత్ర ఫలకము ఎట్లా ఉంటుందో చూపబడింది.

తాను పరిశీలించిన అన్ని మూలపదార్థములలోనూ ఐసోటోపులు ఉన్నట్లుగా ఏస్టన్ కనుగొన్నాడు. ఆ తర్వాత యీపరిశీలన కార్యక్రమాన్ని అమెరికాలో **K. T.** బైన్‌బ్రిడ్జ్ కొనసాగించాడు. మొత్తం అన్ని మూలపదార్థములను వీరు పరిశీలించారు. ప్రతి మూలపదార్థములోను ఒకటి మొదలు ఎనిమిది వరకూ ఐసోటోపులు ఉన్నాయి. తొంభైరెండు మూలపదార్థములూ కలిసి మొత్తం రెండువందలయాభై ఐసోటోపులను కలిగిఉన్నాయి. ఒక విచిత్రమైన క్రమవిధానం యిక్కడ ఉన్నట్లుగా తెలియవచ్చింది. ఏ మూలపదార్థముల పరమాణుసంఖ్య సరిసంఖ్య అవుతుందో వాటికి ఎనిమిది ఐసోటోపులవరకూ ఉండవచ్చును; ఏమూలపదార్థముల పరమాణు సంఖ్య బేసి (Odd) సంఖ్య అవుతుందో వాటికి మూడుకన్న

అధికంగా ఐసోటోపులు ఉండవు. అవి ఆవిధంగా ఉండటం ఎందువల్లనో ప్రస్తుతం తెలియదు.

మూలపదార్థముల పరమాణుభారములు సంపూర్ణ సంఖ్యలుగా ఉండకపోవడానికి కారణం ఏమిటి? అనే మన ప్రశ్నకు యిప్పుడు సరియైన జవాబు లభిస్తుంది. మూలపదార్థములలో చాలవరకు ఐసోటోపుల మిశ్రమములు. పరమాణు భారములలోని భిన్నాంకములు, ఐసోటోపుల ఉనికియందు గల తారతమ్యనిష్పత్తిమీద ఆధారపడిఉంటవి. ఒక మూల పదార్థముయొక్క పరమాణుభారము దాదాపు పూర్ణసంఖ్య గనక అయి ఉంటే అది ఒకే ఒక ఐసోటోపుతో కూర్చినది అవుతుంది. పరమాణుభారము 19.00 కల్గిన ఫ్లోరిన్, 23.00 కల్గిన సోడియమ్ 4.00 భారముకల్గిన హీలియములనుచూస్తే యీ విషయం సత్యమని రూఢిఅవుతుంది.

3. ఒక ప్రత్యేక ఐసోటోపు : గురూదజని

అసంఖ్యాకములైన ఐసోటోపుల ఉనికి, మనకి ఒక క్రొత్తసమస్యను తీసుకునివచ్చి పెడుతుంది. ఎంతోకాలంక్రితమే ప్రాణవాయువునకు విలువ 16,000. అని ఉజ్జాయింపుగా నిర్ణయింపబడింది. ఐసోటోపులను గురించి ఎవరికీ తెలియక పూర్వమూ, ప్రాణవాయువునకు ఐసోటోపులు ఏమాత్రము లేకుండా సామాన్యమైన $_8O^{16}$ గా ఉన్నప్పుడూ యిదిబాగానే ఉన్నది. కాని ప్రాణవాయునకు సహజంగా లభించే O^{17}, O^{18} అనే ఐసోటోపులు ఉన్నవి. ప్రతి అయిదువందల O^{16}పరమాణువులకు ఒక O^{17} లేక O^{18} పరమాణువుఉన్నది.

O^{16} ఐసోటోపునకు మనము ఉజ్జాయింపుగా 16.000 విలువను యిస్తే, సహజంగా లభించే ప్రాణవాయువు ఐసోటోపుల మిశ్రమాలవల్ల పరమాణుభారం నిర్ణయం అవుతుంది; 16.000 లో 3 భాగాలు అధికం కావాలి. అంటే దీని విలువ 16.003 అన్నమాట.

ఈ భారభేదము అత్యంత స్వల్పమగుటవలన దీనిని అంతగా మనం జ్ఞాపకం ఉంచుకోవలసిన అవుసరం లేదు. ఇదే యితర మూలపదార్థములలో గనక అయితే తేడాను తెచ్చిపెడుతుంది, వాటినన్నిటినీ అదే భిన్నము (Fraction) చే పెంచవలసిస్తుంది. కాబట్టి యీ సంధిగ్ధావస్తను తప్పించడానికి కాను ప్రాణవాయువుయొక్క పూర్వపువిలువ 16.000 అదే విధంగా ఉంది. దానిని ప్రామాణికం (Standard) చేశారు. కాని తేడా, అత్యంతస్వల్పమే అయినప్పటికీ ఉదజనినిగురించి ప్రజలు ఆలోచనలు సల్పడానికి పురికొల్పినది.

వాగ్వివాదముల తబిసీళ్ళజోలికిపోకుండా, ఉదజని పరమాణువు అనేది ఒక ప్రోటాను ఒక ఎలక్ట్రాను గనక అయితే అప్పుడు సామాన్య ఉదజని పరమాణుభారము 16,000 లో 3 భాగాలు లేక 5,000 లో షుమారు ఒక భాగము అధికంగా ఉంటుందని మనం చెప్పవచ్చును. ఇరవై సంవత్సరములకు పూర్వమే ఉదజని పరమాణుభారమును గురించి అనేక పరిశీలనలు జరిగి దాని విలువ 1.00778 గా నిర్ణయింపబడిందనే సంగతి మీరు జ్ఞాపకం ఉంచుకోవాలి. నూటికి 0.02 తేడా అనేది విస్మరించదగిన విషయముకాదు.

ఉదజనికి గనుక ఒక బరువైన ఐసోటోప్ గనకఉంటే ఆ విషయమును సులభముగా విశదీకరించవచ్చును. దుర దృష్టవశమున ఏస్టెన్‌గాని బైన్‌బ్రిడ్జిగాని ఉదజనిలో ఐసోటోపు ఛాయలనే పొడగట్టలేకపోయినారు. ఉదజనిని పరిశుభ్రపరచి, పూర్వులుచేసిన గైస్లెయిర్ నాళిక (ప్రస్తుత మాస్‌స్పెక్ట్రో మీటర్) యందు ఉంచగా మామూలు స్థలమునందు ఒకే పుచ్చను చూపించినది.

ఉదజనియొక్క భారమైన ఐసోటోపు ఉండిఉండే అవ కాశములు లేకపోలేదు, కాని అత్యంత స్వల్పమైన కేంద్రీకర ణత కారణంగా ఛాయాచిత్ర ఫలకముమీద మార్పుకలిగించి ఉండదు. ఉదజనికి, బరువైన ఐసోటోపు గనకఉంటే, సామాన్య ఉదజని 5,000 భాగములలో ఒక భాగంగాఉండి, పరమాణుభారములోని తారతమ్యమునకు సంజాయిషీ యిస్తుంది. కాని, సునిశితమైన నూతన సాంకేతిక పరికరాల తోనే వీటి ఉనికిని గుర్తించడానికి సాధ్యపడనప్పుడు పరిశీలనలు జరపటం ఎట్లా సాధ్యమౌతుంది?

ఒక అత్యద్భుతమైన కారణంవల్ల యీ విషయంలో పరిశీలనలు కొనసాగించడానికి అవకాశం లేకపోలేదు: సామాన్య ఉదజనిలో 1 ప్రోటాను 1 ఎలక్ట్రానుఉన్నాయి. పరమాణు భారము 1. ఉన్నదని అనుమానించే ఐసోటోపు కేంద్ర కములో 2 ప్రోటానులు ఉండితీరాలి. వీటిలో ఒకటి, ఎల క్ట్రానువల్ల అంతర్గతముగా తటస్థీకరణము చెందుతుంది, ఇక పోతే కేంద్రకముమీదఉండేది ఒక విద్యుత్ ప్రేరణము. కేంద్ర కమునకు వెలుపలనున్న 1 ఎలక్ట్రానుతో యిది బ్యాలన్స్

చేయబడుతుంది. ఈ పరమాణు భారము 2, అంటే సామాన్యా ఉదజని భారమునకన్నా రెట్టింపు, భారములలోగల యదార్థ మైన తేడా యిదే.

నియాన్ - 20, నియాన్ - 22 కిగల వ్యత్యాసము నూటికి 10 మాత్రమే. విస్తరణవల్లా ఆవిరిచేయటంవల్లా వీటిని విభజించడానికి ఏస్టెన్ పండితుడుచేసిన కృషి చాలవరకు విఫల మైనది. అంతేగాకుండా, క్లోరిన్ ఐసోటోపులను వేరుచేయ డానికి జరిగిన కృషిలోగూడా స్వల్పమాత్రమే విజయం లభిం చింది. ఎందువల్లనంటే Cl^{35}, Cl^{37} - యీ రెండు ఐసోటోపుల భారము తారతమ్యము బహుఅల్పము కావటమే యిందుకు కారణము. అయినప్పటికీ, ఉదజని విషయంలో - సామాన్యా ఉదజని భారమునకన్నా రెట్టింపు భారము కలిగిన ఐసోటోపు ఉండటానికి అవకాశంఉన్నది. నియాన్ ఐసోటోపులను వేరు చేయడానికి ఏస్టెన్ ఉపయోగించిన వ్యాపనము, ఆవిరిగా మార్చుట మొదలైన ప్రయోగములందలి ఉద్దేశ్యములు సరి యైనవే గనక అయితే, ఉదజని విషయములోగూడా అవి యదార్థములు కావాలి.

ఆ విధంగా హెరాల్డ్ C. యూరే పండితుడు తలం చాడు; ప్రయత్నించి చూడాలని అనుకున్నాడు. ఉదజని ద్రవము గనక నెమ్మదిగా ఆవిరి అయ్యేట్లుచేస్తే, సామాన్యా మైన తేలిక ఐసోటోపు రెండు రెట్లు బరువైన ఐసోటోపున కన్నా సులభంగా గాలిలోనికి పోవాలని ఆయన ఉద్దేశ్యము. అందువల్ల, ఉదజని ఆవిరి యగునప్పుడు, మిగులు ద్రవములో అధికంగా బరువైన ఐసోటోపులు మిగలాలి, చివరకు వీటి

కేంద్రీకరణశక్తి ఛాయాచిత్రఫలకముమీద ఋజువు కాగలిగినంత అధికంకావాలి.

యూరే పరిశీలనలు, F. G. బ్రిక్ వెడ్డీపండితునికి ఆసక్తి కలిగించాయి. ఆయన ఒక గ్యాలన్ ద్రవ ఉదజనిని తయారు చేయడం ప్రారంభించాడు. ఆ తర్వాత ఈ ద్రవమును, ఒక్క గ్రాము(ఔన్సులో 1/28) మిగిలేవరకు ఆవిరిచేసి దానిని యురే పండితునకు పంపించాడు. కొలంబియా విశ్వవిద్యాలయములో యురే,G. M. మర్ఫీలు యీ గాఢద్రవమునుంచి కొంత తీసుకుని మాస్‌స్పెక్ట్రొమీటరునందు ఉంచి, ఉత్పత్తిఅయిన ధన విద్యుత్ కిరణములు ఛాయాచిత్రఫలకంమీద పడునట్లు చేశారు. ఫలకంమీద ఉదజని మామూలు మచ్చ కన్పించినది. దీనికితోడు యింతకుపూర్వము ఎప్పుడూకనపడని మరొకమచ్చ కూడా ఫలకంమీద ఏర్పడింది. దీనిస్థానము పరమాణుభారము 2 నకు తుల్యముగానున్నది. ఈ మచ్చ ఉదజనియొక్క బరువైన ఐసోటోపు $_1H^2$ కంటె మరొకటి అయి ఉండటానికి వీలు లేదు.

ఈ అద్భుత పరిశోధనకుగాను 1934 లో యూరేపండితునికి నోబిల్‌బహుమానము లభించినది, కొన్నికారణాలవల్ల యీ బరువైన ఉదజని ఐసోటోపు, ఆ కాలంలో అతి విలక్షణమైనదిగా ఎంచబడి, డ్యూటెరియం అనే పేరును సంపాదించినది. దీనియొక్క ప్రత్యేక సంకేతము D. సామాన్య ఉదజని కేంద్రకమును "ప్రోటాన్" అని పిలిచినట్లే, డ్యూటెరియా కేంద్రకాన్ని "డ్యూటెరాన్" అని పిలుస్తారు.

నీరు, రెండు ఉదజని పరమాణువులతోను ఒక ప్రాణ వాయుపరమాణువుతోను నిర్మింపబడినది. రెండూ ఐసోటోపులే అయినకారణంచేత అన్ని రసాయన ప్రక్రియలలోనూ, డ్యూటెరాన్, ఉదజనిస్థానమును ఆక్రమించగలదు. అందువల్ల, ఉదజనిస్థానే రెండు ఉదజనులు : D_2O సంయోగపదార్థము ఉండి ఉంటుందని మనం అభిప్రాయపడవచ్చును. అలాటి నీటి అణువుసే బరువైన నీరు (Heavy water) అని అంటారు. సామాన్యముగా లభించే నీటిలో అతిస్వల్పంగా 'బరువైననీరు' కూడా ఉండితీరాలి. బరువైన నీటి అణువులను సామాన్య జలము అణువులనుండి వేరుచేయటం; అథవా వాటిగాఢతను వృద్ధిపరచటం – అనేది ఒక సమస్యగా తయారయింది. అట్టి సత్తువ (enriched) గల నీరును, డ్యూటెరియం కనుగొనుటకు ఉపకరించిన సిద్ధాంతముల నుపయోగించి సామాన్యజలమును ఆవిరిచేయుటద్వారా లభ్యమైనది.

సత్తువగల మిశ్రమంలోని బరువైన జలముయొక్క గాఢత (Concentration) ను బరువుప్రకారము కొలవవచ్చును. సామాన్య జలముయొక్క అణువుతూకము 18; దానియొక్క ప్రాణవాయుపరమాణువు 16, రెండు ఉదజనిపరమాణువులూ ఒక్కొక్కటిచొప్పునా సర్దుబాటుచేస్తున్నవి. భారమైన నీటి అణువుతూకము 20, ఎందువల్లనంటే 2 డ్యూటెరియం అణువులు 2 చొప్పున సర్దుబాటుచేస్తాయి. తేడా, 20 లోనూ 2 భాగములు లేక 10 లో 1. ప్రయోగశాలలందు 10,000 లో 1 వంతుభాగాన్ని సులభంగా సునిశితంగా తూచవచ్చును.

కాబట్టి, 1000 వంతుల సామాన్యజలములో గల 1 వంతు బరువు జలాన్ని కనుగొనటం అంత కష్టమైనపని కాదు.

బరువుజలాన్ని సులభంగా సునిశితంగా (Precision) కనుగొన్నపద్ధతి పరమాణు నిర్మాణవిషయములందే గాక అనేక యితర క్షేత్రములందుగూడా ఉపయోగపడగల అద్భుత సాధనంగా అమరినది. ఉదాహరణకు శరీరతత్వశాస్త్రము తీసుకుందాము. రసాయనికముగా సామాన్యజలమునకు, భారజలమునకు తేడా తెలుసుకొనుటకు సాధ్యపడదు. మానవ శరీరంగూడా యీ తేడాలతో ప్రమేయమేమీ లేకుండా వీటిని ఉపయోగిస్తుంది. ఈ రోజున నువ్వు కొంత సామాన్యజలమును త్రాగుతే అది శరీరంలో ఎక్కడ ఎంతసేపు నిలిచిఉంటుందో చెప్పలేము. నువ్వుగనక కొంత భారజలమును త్రాగుతే దానియొక్క బరువునుబట్టి అది ఏసమయమునకు మూత్రమును జేరుతుందో చెప్పవచ్చును; మూత్రమునుంచి తయారయిన జలము సామాన్యజలమునకన్నా చిక్కగా ఉంటుంది.

అనేక రకములైన సంయోగ పదార్థములలో సామాన్య ఉదజనిస్థానే గురుదజనిని ఉపయోగించవచ్చును. పైన చెప్పిన పద్ధతినే యీ పదార్థములు శరీరమునందు ఏ మార్గమును బట్టేదీ సులభంగా చెప్పవచ్చును. ఒక్క గురుదజని విషయమేగాకుండా, బరువైన ప్రాణవాయువు O^{18}, యింకా యితర ఐసోటోపుల విషయంగూడా పరిశోధకులు పరిశీలించారు. ఈ పరిశోధన ఫలితంగా శరీరతత్వశాస్త్రమునందు ఒక నూతన అధ్యాయ రచనకు ఉపక్రమణ జరిగింది.

పరమాణునిర్మాణ విషయ పరిశోధనకు డ్యూటెరియం ఒక సాధనగా ఉపకరించినది, ఆపైన, భారజలము – పరమాణు శక్తి విడుదలకు ఉపకరించినది. ఐసోటోపులను గురించిన అభిప్రాయములను ఋజువు చేయడానికి పరమాణుభారముల అర్థమును స్పష్టతరం చేయడానికి – డ్యూటిరాన్, గురుజలములు ఎంతగానో తోడ్పడినవి.

4. ఐసోటోపులకు మూలము: న్యూట్రానులు :

ఐసోటోపులను గురించీ, వాటి నిర్మాణమును గురించి వెలువడిన వివరణములు ఒక సమస్యను బయటకు తెచ్చినవి. కేంద్రకమునందు ప్రోటానులు సరఫరాచేయుచున్న ధనవిద్యుదావేశమునకంటె అధికముగానున్న ద్రవ్యరాసికి సంబంధించినది యీ సమస్య.

ఉదాహరణకు : పరమాణు సంఖ్య 3, పరమాణు భారము 7 కలిగిన హీలియమునకు కేంద్రకములో 3 ప్రోటానులు, వెలుపల 3 ఎలక్ట్రానులు ఉన్నాయి. కేంద్రకములో మిగిలిఉన్న 4 యూనిట్ల ద్రవ్యరాసికి మనం లెక్క తేల్చవలసి ఉన్నది. ఈ అధిక ద్రవ్యరాసి 4 ప్రోటానులవల్ల సంభవమైనదనీ, ఈ ప్రోటానుల విద్యుత్ ప్రేరణలు కేంద్రకమునందు ఎలక్ట్రానులచే అంతర్గతముగా తటస్థీకరణము చేయబడుతున్నదనీ చాలాకాలము తలంచారు. ఈ అభిప్రాయమును పురస్కరించుకునే 8, 11 చిత్రములు గీయబడినవి.

ఉదజనికి పైనఉన్న మూలపదార్థములన్నింటియందూ కేంద్రకములో యీ అధిక ద్రవ్యరాసిఉన్నది: పరమాణు

సంఖ్యకూ, మొత్తం విద్యుదావేశమునకూ కారణభూతములైన ప్రోటానుల ద్రవ్యరాసికన్న అధికంగా బరువైన పరమాణువులో ద్రవ్యరాసిఉంటుంది. ఈ విధంగానే, యురేనియమునందు ధన విద్యుదావేశములతో 92 ప్రోటానులు, 146 యూనిట్ల ద్రవ్య రాసిఉన్నాయి. ఈ అధికంగా ఉన్నవిగూడా ప్రోటానులనీ కేంద్రకమునందు అంతర్గతముగా తటస్థీకరణము చేయబడుత వనీ ఊహించబడినది.

అయితే - ఎలక్ట్రాన్ అనేది కేంద్రకములో ఎట్లా ఉండగలదు? ధన ఋణ విద్యుత్ప్రేరణలు ఎందువల్ల ఒకదాని కొకటి నిర్మూలనము చేసి వేయలేదు? - అనెడు అనుమానాలు తలెత్తినవి. అసలు యీ అభిప్రాయమే అతివిచిత్రముగా తోచినది. దీనివల్ల ఎవ్వరికీ తృప్తికలుగలేదు. అయినప్పటికీ, విచిత్రమైన విషయములను గురించి జ్ఞానం సంపాదించటానికి ఒకే ఒక మార్గంఉన్నది. ప్రశ్నలు వేయడం, ప్రయోగాలు చేయటం, వాటిని గురించి ఆలోచించటం - యిదే ఆ మార్గం. ఎందరో తత్వవేత్తలు తమ దృష్టిని కేంద్రకము వైపునకు మర ల్చారు, రేడియమునుంచి లభ్యమయ్యే ఆల్ఫాకణములతోనూ, యింకా ప్రోటానులతోనూ ఢీ కొట్టించి, దాని నిర్మాణమును గురించి అన్వేషించుటకు కృషి ప్రారంభించారు.

1930 లో W. బోథె, H. బేకర్ అనే తత్వవేత్తలు, మూలపదార్థావర్తనపట్టికయందు 4 గడిలో నున్న బెరెలియం లోహముమీదకు ఆల్ఫాకణముల ప్రవాహమును పంపించారు. బెరిలియములోనుంచి యితర పదార్థములో తీవ్రముగా

చొచ్చుకొని పోగల కిరణములు బయల్వెడలినని. రేడియము నుంచి వెలువడే గామాకిరణములను పోలిన కిరణములుగా వీటిని భోథే, బెకర్ పండితులు తలంచారు. వీరి అభిప్రాయం తప్పు అని తర్వాత తేలినది.

ఫ్రెడరిక్ జోలియడ్, క్యూరీదంపతుల కుమార్తె యితని భార్యా అయిన ఇరేన్‌క్యూరీ కలిసి 1932 నందు బెరిలియముతో యిదేవిధమైన ప్రయోగములుచేశారు. మామూలుగా గామాకిరములను పీల్చుకొనగలిగిన సీసఫలకముగుండా, బెరిలియం విడుదలచేసిన తేజఃప్రసారము (Radiation) చొచ్చుకొని పోగల్గినట్లు కనుగొన్నారు. దీనికితోడు ఒక పేరఫిన్ ఫలకాన్నిగాని, లేదా ఉదజని కలిగియున్న ఏసంయోగపదార్థమునైనా బెరెలియమునకు చుట్టుప్రక్కలనుంచినపుడు పేరఫినిలో ప్రవేశించిన కిరణములు, విపరీతశక్తివంతములైన ప్రోటానులువాడుచేయనట్లుచేస్తున్నదని గ్రహించారు. ఈ విశేషమును అర్థముచేసుకొనుట చాలాకష్టము, అయినా దీని అంతరార్థమేదో కనుక్కోవలెననే ఉబలాటంతో కొందరు నడుములు బిగించారు.

ఒక సంవత్సరములోపునే జేమ్సు చాడ్‌విక్, బెరెలియముతో యీ ప్రయోగములనే మరలచేశాడు. ఇదివరలో బోథే, బేకర్, జోలియట్‌క్యూరీలు కనుగొన్న శక్తివంతములైన కిరణములనే యీాయనా కనుగొన్నాడు. అయితే ఈ కిరణములు అయస్కాంతమువలన వంపుతిరగవని గ్రహించాడు. అనగా గామాకిరణములు లేక X-కిరణముల వలెనే యివి

కూడా తాటస్థ్యములన్నమాట. కాంతిగతివేగము (Velocity)న కన్నా దీని కిరణప్రయాణవేగము పదిరెట్లు తక్కువ. అంటే గామాకిరణవేగమునకన్నా తక్కువ అన్నమాట. గామాకిరణాలు కాంతికి ఒక రకమైన ప్రతిరూపమే గనుక, కాంతివేగంతోనే ఇవీ ప్రయాణిస్తవి.

దీనికి మించిన మరొక విషయం చాడ్విక్ కనిపెట్టాడు. బెరిలియమునుంచి వెలువడే యీకిరణములను నత్రజనివైపునకు త్రిప్పినపుడు చెదురు మదురుగాఒక్కొక్క నత్రజని పరమాణువునకు అమితగమన వేగాన్ని కల్పిస్తుంది; అతి సూక్ష్మకణములైనఎలక్ట్రానులనే గెంతునట్లు చేయుటవల్ల యిటువంటివని గామాకిరణములకు సాధ్యంకాదు. నత్రజనిపరమాణువుతో కలిగిన యీ అగాదు(impact)-కిరణములు కణములచే తయారయి వుంటాయనీ, అవి కణములేగనక అయితే, అయస్కాంత ప్రభావంవల్ల వంపుతిరుగుటచే అవి తాటస్థ్యకణములు అయి వుండాలనీ తెలియజేస్తుంది.

కొలదికాలంలోనే చాడ్విక్ వండితుడూ ప్రోటానుకువలెనే తాటస్థ్యకణముయొక్క ద్రవ్యరాసి 1 అని చూపగలిగాడు. ఈ కణమునకు ఆయన 'న్యూట్రాను' అని నామకరణము చేశాడు. దీనిని కనుగొన్నందుకు ఆయనకు 1935 లో నోబెల్ బహుమతి లభించినది.

న్యూట్రాను కనుగొనటంతో పదార్థ విజ్ఞానశాస్త్ర రంగమునందు అత్యంత చైతన్యం కలిగింది. పరమాణుబాంబు బాటయందు మరొక అడుగు ముందుకుపడినది. కేంద్రకములో

అత్యధికముగా ఉన్న ద్రవ్యరాసిని గురించి వున్న సందేహమును యిది తీర్చగలిగినది. కేంద్రకములోని అధిక ద్రవ్యరాసి న్యూట్రానులతో కూడుకుని ఉంటుంది. కేంద్రకమునందు ప్రోటానులకు తోడుగా మిగతాభారము నిచ్చునవి యీ న్యూట్రానులే. హీలియము కేంద్రకమునందు యిప్పుడు 2 ప్రోటానులు 2 న్యూట్రానులూ వున్నవి; కాల్పనిక అంతర్ కేంద్రక ఎలక్ట్రానులతో పనిలేదు. లిథియము కేంద్రకమునందు 3 ప్రోటానులూ 4 న్యూట్రానులూ గలవు. ఇదే విధంగా యితర మూలపదార్థములందుకూడా వున్నవి.

మనం యిప్పుడు శాస్త్ర స్వస్థచిత్తులం కావచ్చును. కేంద్రకముమీదగల ప్రేరణకు దానియందుగల ప్రోటానులే కారణం. దాని ద్రవ్యరాసి; పరమాణుభారము, దానియొక్క ప్రోటానులు న్యూట్రానుల మొత్తం ద్రవ్యరాసిచేత నిర్ణయింపబడుతుంది. ఒక్క వుదజనిని మినహాయించి మిగతా మూలపదార్థములన్నింటికీ పరమాణుభారము వాటి పరమాణు సంఖ్యకు దాదాపు రెండురెట్లు వుండుటవల్ల, కేంద్రకమునందు ఎన్ని ప్రోటానులయితే వున్నవో అధమం అన్ని న్యూట్రానులు వుంటాయి.

కొన్ని మూలపదార్థముల కేంద్రకములు 14వ చిత్రమునందు చూపబడినవి. ముఖ్యంగా 13 ప్రోటానులు 14 న్యూట్రాలు కలిగివున్న అల్యూమినియమును చూడండి. తర్వాత బెరిలియమునందు 56 ప్రోటానులు 81 న్యూట్రానులు వున్నవి. అన్నింటికన్నా ముఖ్యంగా యురేనియమును

చూడండి. 92 ప్రోటానులూ 146 న్యూట్రానులూ ఉన్నవి.

	Hydrogen	$_1H^1$
	Deuterium	$_1H^2$
	Helium	$_2He^4$
	Lithium	$_3Li^7$
4 ⊕ 5 ●	Beryllium	$_4Be^9$
6 ⊕ 6 ●	Carbon	$_6C^{12}$
6 ⊕ 7 ●	Carbon-13	$_6C^{13}$
13 ⊕ 14 ●	Aluminum	$_{13}Al^{27}$
56 ⊕ 81 ●	Barium	$_{56}Ba^{137}$
92 ⊕ 146 ●	Uranium	$_{92}U^{238}$

14 వ పటము

ఈ అన్ని మూలపదార్థములూ వాటి ఐసోటోపులు ముందు ముందు మనకి ఆసక్తిని కలిగిస్తాయి.

పరమాణు నిర్మాణ స్వరూపమునుగురించి మనకు సంపూర్ణముగా తెలిసినది. రేడియము, రేడియో ధార్మికత, దీనియందు విపరీతమైనశక్తి వున్నట్లుగా మనకు తెలియచేసినవి. ఈ పరమాణువు తన శక్తినంతా విడుదలచేయుటకు ఎట్లా ఛేదింపబడవలసి వుంటుందో యికముందు మనం చదువవలసి వున్నది.



V

పరమాణువులు శక్తిని విడుదలచేస్తాయి

1. పదార్థము - శక్తి

ఎలక్ట్రానులు, ప్రోటానులు, న్యూట్రానులు అనెడు ప్రాథమిక కణములతో పదార్థమంతా నిర్మితమై యుండుననే విషయం మనం తెలుసుకున్నాము. కేంద్రకమునకు లోపలా వెలుపలా యీకణములు ఏవిధంగా అమర్చబడివుంటాయో గూడా గుర్తించాము. మూలపదార్థావర్తన పట్టికలో మూలపదార్థముల స్థానము యీ అమరికపైనే ఆధారపడిఉన్నది. ఈ చిత్రపటము సంపూర్ణమైనదిగాను, సంతృప్తికరమైనది గానూ కనిపిస్తుంది.

నిజమే. కాని యింకా కొన్ని పాత ప్రశ్నలకు జవాబు లభించనేలేదు దీనికితోడు మరికొన్ని కొత్త ప్రశ్నలుగూడా తలెత్తినవి. రేడియము పదార్థమునే తీసుకోండి. దాని యొక్క పరమాణు సంఖ్య 88: పరమాణుభారము 226. మనము 88 ప్రోటానులను 138 న్యూట్రానులను ఒక బిగువైన గుత్తిగా (Tight Bunch) గా తీసుకుని దానిచుట్టూ 88 ఎలక్ట్రానులను సరియైన వలయములలో అమర్చటం ద్వారా

రేడియం పరమాణువును నిర్మించవచ్చును. మూలపదార్థ వర్తన పట్టికయొక్కయు, యింకా అనేక రసాయన భౌతిక ధర్మాలయొక్క అవసరములకు అనుగుణ్యంగా యీనిర్మాణం రూపొందబడింది. కాని యీ నిర్మాణం అత్యంత అస్థిరత్వం కలిగిఉండటానికి కారణం? – ఈ పదార్థముయొక్క ఒక చిన్న రేణువు అయినాసరే తనంతటతానుగా శక్తివంతములైన ఆల్ఫాకణములు, బేటాకణములు. గామాకిరణములు, ఉష్ణ మును ఏకధాటిగా ప్రవహింపచేయడానికి కారణం? కణములు, కిరణములు ఎక్కడనుంచి వస్తున్నవి? శక్తి ఎక్కడనుంచి వస్తున్నది?

ఇంతకన్న సులభమైన న్యూట్రాన్ సమస్యను తీసుకుంచాము. ప్రోటాను న్యూట్రాను – యీ రెంటికీ ద్రవ్యరాసి 1. వీటికి ఏమన్నా భాంధవ్యం ఉన్నదా? ఎలక్ట్రానును అంతర్గతముగా పట్టుకొని శాశ్వతముగా తటస్థీకరణము చెందిన ప్రోటానే యీ న్యూట్రాను అయిఉండునా? ఈ విషయాన్ని మరోమార్గాన పరిశీలిద్దాం. బహుశః ప్రాథమిక కణము న్యూట్రాను అయిఉండాలి. ఒక యూనిట్ ధనవిద్యుత్ ప్రేరణను పట్టుకున్న ప్రోటానే న్యూట్రాన్ అయిఉంటుంది.

ఒక యూనిట్ ధనవిద్యుచ్ఛక్తి అనే కొత్త సిద్ధాంతాన్ని తీసుకొనివచ్చిపెట్టినందువల్ల యీ ఆఖరి ప్రశ్నను గురించి కొంత వివరించి చెప్పవలసిఉన్నది. 1932 కి పూర్వము ధనవిద్యుత్ యొక్క యూనిట్ ప్రేరణ, కణముయొక్క ద్రవ్యరాసి: ప్రోటాన్‌తో కలిపి వ్యవహరింపబడేది. అయినప్పటికీ, యీ అధిక ద్రవ్యరాసినుంచి వేరుగా ఒక ధనవిద్యుత్ ప్రేరణ

ఉనికికి కొన్ని అవకాశములు లేకపోలేదు; మరియు ఎలక్ట్రాన్ వలె ఒక యూనిట్ ధనవిద్యుత్ ఆదేరకమైన ద్రవ్యరాసిని కలిగిఉండవచ్చును. కాని ప్రేరణమాత్రం దీనికి విరుద్ధంగా వుంటుంది. P. A. M. డిరేక్ అనే తత్వవేత్త అటువంటి ధనవిద్యుత్ ప్రేరణ కలిగిన కణము ఉండితీరుతుందని జోస్యం చెప్పాడు. దీనిని 1932 లో C. D. ఏండర్సన్ కనుగొన్నాడు. దీనిని 'పాజిట్రాన్' అంటారు. ఎలక్ట్రాన్‌కివలెనే దీని ద్రవ్యరాసిగూడా బహుస్వల్పం: ధనవిద్యుత్ ప్రేరణ కలిగినది. ఇది సర్వసాధారణమైనది కాదు. ఉండేది చాలా స్వల్పమైనకాలం—ఎందువల్లనంటే ఉత్పత్తి అయిన వెనువెంటనే తటస్థీకరణము చెందుతుంది. ప్రోటానే న్యూట్రాన్ అయి అంతర్గతముగా ప్రోజిట్రాన్‌ను తనంతటతాను బంధించిఉంటుందా? ఇది ఎవరికీ తెలియదు; ఈప్రశ్న అస్వాభావికమైనది. కాని మరికొన్ని సందేహాలకు మార్గం కల్పిస్తున్నది.

కేంద్రకమునందు అంతర్గతముగా కలిగెడు ధన విద్యుత్ ప్రేరణల సంగతి ఏమిటి? ఒకదానికి మరొకటి అతి సామీప్యంగా వచ్చి స్థిరంగా ఎట్లా ఉండగలుగుతున్నవి? ఒకే విధమైన ప్రేరణలు ఒక దానినొకటి త్రోసివేస్తాయనీ, వేరు విధములైన ప్రేరణలు ఒకదానినొకటి ఆకర్షించుకుంటాయనీ మనకి తెలుసు. విద్యుదావేశముగల్గిన అంబరు కడ్డీ సంపర్కముతో ఒకేవిధమైన ఆవేశము కల్గిన కాగితంముక్కలు ఏవిధమైన చర్యకు పాల్పడతాయో ప్రయోగించేసి చూపడం ద్వారా యీ సిద్ధాంత సత్యం బోధపడుతుంది. అయస్కాంతముల విషయంలోగూడా యిట్లాగే జరుగుతోంది: ఒకే

విద్యుదావేశము కల్గినధృవములు (Poles) త్రోసివేయబడుతవి; వేర్వేరు ఆవేశములు గల ధృవములు ఆకర్షించుకొంటవి. అయినప్పటికీ – ఉదాహరణకు : హీలియము కేంద్రకములో 2 ప్రోటానులు, 2 ధనవిద్యుత్ ప్రేరణలు – ఒక యూనిట్‌గా రెండూ కలసిఉన్నాయి. ఒక ఉదజని మినహా మిగతా అన్ని మూలపదార్థముల కేంద్రకముల విషయంలో యిదే సమస్య తల ఎత్తుతుంది.

కర్బనం తీసుకుందాము : దాని కేంద్రకము నందు 6 ధనవిద్యుత్ ప్రేరణలు ఉన్నాయి. అల్యూమినమునకు 13 ధన విద్యుత్ ప్రేరణలు, యురేనియమునకు 92 ధనవిద్యుత్ ప్రేరణలు ఉన్నాయి. కేంద్రకములాంటి సూక్ష్మాతి సూక్ష్మమైన ఆవరణలో ఒకేరకమైన యిన్ని విద్యుత్ ప్రేరణలు ఒకే కట్టగా ఎట్లా బంధింపబడియున్నాయి.

బహుశః న్యూట్రానులకు యీ విషయంలో కొంత సంబంధం ఉండి ఉండవచ్చును. హీలియమును చూడండి. మొదటి కేంద్రకమునందు ఒకటి కన్న అధికంగా ధన విద్యుత్ ప్రేరణలు ఉండటమేగాకుండా 2 ప్రోటానులు కూడా ఉన్నవి. కేంద్రకనిర్మాణమును గురించి తెలుసుకోవలసిన విచిత్రమైన విషయం ఏమంటే – కేంద్రకమునందు న్యూట్రానులు ప్రోటానులసంఖ్యతో సరిసమానంగా ఉంటే ఉంటాయి; లేదా సర్వసాధారణంగా అత్యధికంగా ఉంటాయి. ప్రోటానులు ఒక దానినుంచి ఒకటి విడిపోకుండా సంధానపరచి ఉండడానికి యీ న్యూట్రానులు ఉపకరిస్తవా? అయితే యీ విధంగా బంధించి ఉండటానికి అవసరమైన శక్తులు ఎక్కడనుండి వస్తు

న్నవి; ఈ ప్రశ్నలలో కొన్నింటికి సమాధానం చెప్పటానికి పూర్వము కొత్తరకంగా కన్పించే ఒక నూతన సమస్యను మనము తరచి చూడవలసి ఉన్నది.

పరమాణువులు - ప్రోటానులు, న్యూట్రానులు, ఎలక్ట్రానులతో ఏర్పడటంవల్ల: ప్రతిపరిశుద్ధ ఐసోటోపు పరమాణుభారమూ ఉదజని సంపూర్ణ సంఖ్యాగుణిజము (Whole number Multiple) అయి ఉండాలని ఆశించవచ్చును. రెండవ దశాంశమువరకూ గల హీలియము, కర్బనము, నత్రజని మొదలైన కొద్ది తేలిక మూలపదార్థముల విషయంలో యిదినిజమే. కాని క్రమశః ఐసోటోపుల ద్రవ్యరాసిని సునిశితమైన పద్ధతిలో నిర్ణయిస్తూరావటంవల్ల, మిగతా మూలపదార్థములేగాకుండా మూడు నాలుగు దశాంశస్థానములవరకూ గల తేలిక మూలపదార్థవిషయంలోగూడా యిది సత్యంకాదని తెలిసిపోయింది. ఉదాహరణకు హీలియం $_2He^4$ - 4.0028, కర్బనము $_6C^{12}$ - 12.0036 అనీ తేలినది.

ఇదంతా, ప్రాణవాయువు 16.0000 అనే ప్రాతిపదిక విలువమీద ఆధారపడినది. కాబట్టి ప్రాణవాయువునకు స్వల్పమైన మార్పుతో మరొకవిలువనుగనకయిస్తే అంతా సక్రమం కావచ్చును. దురదృష్టవశాత్తూ ఆవిధంగా చేసేందుకు వీలు లేదు. ఎందువల్లనంటే కొన్ని ఐసోటోపులు అవి ఉండవలసిన బరువుకన్నా తక్కువ తూగుతాయి. ఎన్నివిధాల లెక్కించి చూచినా సంపూర్ణసంఖ్యలుగా బయటపడవు. ఈ పరిస్థితుల పరిశీలనవల్ల ఒక మహత్తరవిషయము బయటకు వస్తోంది.

తేలిక మూలపదార్థమయిన హీలియమును తీసుకొని మన పరిశీలనలు కొనసాగిద్దాము. ప్రాణవాయువును 16 00000 గా తీసుకుని తూచూచూ తప్పకుండా సరియైన కొలతలు కొలవగా ప్రోటానుయొక్క ద్రవ్యరాశి 1.00758 అనీ న్యూట్రాన్ యొక్క ద్రవ్యరాశి 1.00893 అనీ స్థిరపడినది. $_2He^4$ అంటే హీలియములో 2 ప్రోటానులు 2 న్యూట్రానులు ఉన్నవి.

2 ప్రోటానులు = 2.01516

2 న్యూట్రానులు = 2.01786

మొత్తము = 4.03302

$_2He^4$ = 4.00280

తేడా = 0.03022

ఈ పై లెక్కనుబట్టి $_2He^4$ హీలియం అంతా దాని భాగాల మొత్తమునకన్నా తక్కువగా నున్నట్లు విశదమవుతోంది. ఈ తేడాను త్రోసిపారవేయడానికి వీలులేదు. అత్యంత సునిశితమైన లెక్కలనుంచి యీ తారతమ్యం ఏర్పడింది. వివిధభాగాలతో హీలియము నిర్మితము కాగా యింకా మిగులుఉన్న 0.03022 యూనిట్ ద్రవ్యరాశికి లెక్క చెప్పవలసి ఉన్నది.

ద్రవ్యరాశి అందకుండాపోయింది అనడానికి వీలులేదు: ఏదీ పోకూడదు. ప్రతి రసాయన భౌతిక కార్యకలాపమూ — ద్రవ్యరాశినీ శక్తినీ సమానము చెయ్యాలి. అయితే జరిగిన విషయం ఏమిటి? ఈ విషయమును గురించి 1905 లోనే సాపేక్షతా సిద్ధాంతము (Theory of Relativity) సందర్భమునందు ఐన్‌స్టీన్ యోచించాడు. శక్తి, ద్రవ్యరాశి అనేవి, ఒకే

న్నవి; ఈ ప్రశ్నలలో కొన్నింటికి సమాధానం చెప్పటానికి పూర్వము కొత్తరకంగా కన్పించే ఒక నూతన సమస్యను మనము తరచి చూడవలసి ఉన్నది.

పరమాణువులు - ప్రోటానులు, న్యూట్రానులు, ఎలక్ట్రానులతో ఏర్పడటంవల్ల: ప్రతిపరిశుద్ధ ఐసోటోపు పరమాణుభారమూ ఉదజని సంపూర్ణ సంఖ్యాగుణిజము (Whole number Multiple) అయి ఉండాలని ఆశించవచ్చును. రెండవ దశాంశమువరకూ గల హీలియము, కర్బనము, నత్రజని మొదలైన కొద్ది తేలిక మూలపదార్థముల విషయంలో యిదినిజమే. కాని క్రమశః ఐసోటోపుల ద్రవ్యరాసిని సునిశితమైన పద్ధతిలో నిర్ణయిస్తూరావటంవల్ల, మిగతా మూలపదార్థములేగాకుండా మూడు నాలుగు దశాంశస్థానములవరకూ గల తేలిక మూలపదార్థవిషయంలోగూడా యిది సత్యంకాదని తెలిసిపోయింది. ఉదాహరణకు హీలియం $_2He^4$ - 4.0028, కర్బనము $_6C^{12}$ - 12.0036 అనీ తేలినది.

ఇదంతా, ప్రాణవాయువు 16.0000 అనే ప్రాతిపదిక విలువమీద ఆధారపడినది. కాబట్టి ప్రాణవాయువునకు స్వల్పమైన మార్పుతో మరొకవిలువనుగనకయిస్తే అంతా సక్రమం కావచ్చును. దురదృష్టవశాత్తూ ఆవిధంగా చేసేందుకు వీలు లేదు. ఎందువల్లనంటే కొన్ని ఐసోటోపులు అవి ఉండవలసిన బరువుకన్నా తక్కువ తూగుతాయి. ఎన్నివిధాల లెక్కించి చూచినా సంపూర్ణసంఖ్యలుగా బయటపడవు. ఈ పరిస్థితుల పరిశీలనవల్ల ఒక మహత్తరవిషయము బయటకు వస్తోంది.

తేలిక మూలపదార్థమయిన హీలియమును తీసుకొని మన పరిశీలనలు కొనసాగిద్దాము. ప్రాణవాయువును 16.00000 గా తీసుకుని తూచాతప్పకుండా సరియైన కొలతలు కొలవగా ప్రోటానుయొక్క ద్రవ్యరాశి 1.00758 అనీ న్యూట్రాన్ యొక్క ద్రవ్యరాశి 1.00893 అనీ స్థిరపడినది. $_2He^4$ అంటే హీలియములో 2 ప్రోటానులు 2 న్యూట్రానులు ఉన్నవి.

2 ప్రోటానులు = 2.01516
2 న్యూట్రానులు = 2.01786

మొత్తము = 4.03302
$_2He^4$ = 4.00280

తేడా = 0.03022

ఈ పై లెక్కనుబట్టి $_2He^4$ హీలియం అంతా దాని భాగాల మొత్తమునకన్నా తక్కువగా నున్నట్లు విశదమవుతోంది. ఈ తేడాను త్రోసిపారవేయడానికి వీలులేదు. అత్యంత సునిశితమైన లెక్కలనుంచి యీ తారతమ్యం ఏర్పడింది. వివిధభాగాలతో హీలియము నిర్మితము కాగా యింకా మిగులుఉన్న 0.03022 యూనిట్ ద్రవ్యరాశికి లెక్కచెప్పవలసి ఉన్నది.

ద్రవ్యరాశి అందకుండాపోయింది అనడానికి వీలులేదు: ఏదీ పోకూడదు. ప్రతి రసాయన భౌతిక కార్యకలాపమూ — ద్రవ్యరాశినీ శక్తినీ సమానముచెయ్యాలి. అయితే జరిగిన విషయం ఏమిటి? ఈ విషయమును గురించి 1905 లోనే సాపేక్షతా సిద్ధాంతము (Theory of Relativity) సందర్భమునందు ఐన్‌స్టీన్ యోచించాడు. శక్తి, ద్రవ్యరాశి అనేవి, ఒకే

ప్రాథమిక ఖగోళపదార్థము (Basic Cosmic Stuff) నకు సంబంధించిన రెండు విలక్షణమైన లక్షణాలనీ, వీటి రెండింటినీ ఒకదానినుంచిమరొకదానికి మార్చవచ్చుననీ అప్పట్లో ఆయన సూచించాడు. ఈరెండు లక్షణాలకూగల బాంధవ్యాన్ని తెలియజేసే ఒక సులభమైన సమీకరణాన్ని ఆయన వ్రాశాడు. ఆ సమీకరణంద్వారా శక్తి (Energy) అనేది, ద్రవ్యరాసి M (Mass) కి సమానము.

శక్తిని ఎర్గులు, కెలోరీలు. కిలోవాట్ గంటలు మొదలైన యూనిట్లలో కొలుస్తారు; ద్రవ్యరాసిని గ్రాములు పౌనులు మొదలుగాగల వేరేవిధములైన యూనిట్లలో కొలుస్తారు. ద్రవ్యరాసిని శక్తిని సమానం చేయవలెనంటే ద్రవ్యరాసి యూనిట్‌ను శక్తియొక్క యూనిట్‌లోకి మార్చవలసిఉంటుంది. ఒకే యూనిట్ ద్రవ్యరాసిని మరోవిధంగా మార్చవలెనన్నా యిదేవిధంగా చేయవలసిఉంటుంది. కిలోగ్రాములను పౌనులలోకి మార్చవలనంటే స్థిరసంఖ్య 2.2 చే మనం గుణిస్తాము. కాబట్టి 1 కిలోగ్రాము 2.2 పౌనులకు సమానము. అంగుళాలను సెంటిమీటర్లలోనికి మార్చటానికి స్థిరవిలువ గలిగిన 2.5 చే గుణిస్తాము. ఈ విధంగా 1 అంగుళం 2 5 సెంటిమీటర్లకు సమానమౌతుంది. "గ్రాములలో కొలవబడిన ద్రవ్యరాసిని ఎర్గులలో కొలువబడిన శక్తిలోకి మార్చుటకు కావలసిన స్థిరపరిమాణము (Translating Constant), కాంతియొక్క గతివేగ (Velocity) వర్గమునకు (Square) నకు సమానము" అని ఐన్‌స్టీన్ - చూపించాడు. కాంతియొక్క గతి వేగాన్ని సెకన్డుకి ఎన్ని సెంటిమీటర్లలో కొలుస్తారు. కాంతిగతి వేగానికి

గురు C. దీనివిలువ సెకన్డుకి 30,000,000,000 సెంటిమీటర్లు, అనగా సెకన్డుకి 186,000 మైళ్ళు అన్నమాట. పరివర్తన స్థిర పరిమాణం (Transilation Constant) C^2, దీనిబట్టి ఐన్‌స్టీన్ సమీకరణము $E = MC^2$ అవుతుంది. చరిత్రలో సమీకరణము అత్యంత ప్రాధాన్యమయినది.

1905 లో యీ సమీకరణమును ఏవిధంగా ప్రయోగాత్మకము చేయుటమా అని ఆలోచించాడు. అప్పుడే కనుగొనబడిన రేడియో ధార్మికతలో విడుదల అయ్యే బ్రహ్మాండమైన శక్తులకు యీ సమీకరణమును ఉపయోగించవచ్చునని ఆయన సూచించాడు. J. D. కాక్‌క్రాఫ్ట్, E. T. S, వాల్టన్ పండితులు, రేడియమ్‌నుంచి విడుదల అయ్యే ఆల్ఫాకణములతో ఐన్‌స్టీన్ సమీకరణమును పరీక్షించారు. నలభై సంవత్సరముల అనంతరం తనయొక్క సమీకరణ ఫలితము, భారీ ఎత్తున హిరోషిమా, నాగాసకి, బికనీ ప్రాంతాలలో ప్రదర్శింపబడుతుందని ఆయన తలంచి ఉండడు.

సమీకరణము ప్రకారము 0 . 030 యూనిట్ ద్రవ్యరాసియిచ్చే శక్తిని గనక లెక్కవేసిచూస్తే వచ్చే ఫలితం ఆశ్చర్యకరంగా ఉంటుంది. 2 ప్రోటానులు 2 న్యూట్రానులలో హీలియము ఏర్పడినప్పుడు ఒనగూడిన 0.030 యూనిట్ ద్రవ్యరాసి నష్టము – 400 భాగాలలో 3 భాగాలు – అనగా నూటికి 1 వంతులో ముప్పాతికభాగం మాయమైనట్లు తెలుపుతుంది. ఒక గ్రాములో (ఔన్సులో 1/28) యీ నష్టము 0.0075 గ్రాము. దీనిని C^2 తో గుణిస్తే 650 మిలియన్ బిలియన్ ఎర్గులశక్తి వస్తుంది. దీనిని సామాన్యప్రమాణాంలోకి

మారుస్తే 200,000 కిలోవాట్ గంటలు అవుతుంది. ఈ శక్తితో 100 వాట్ల 200,000 విద్యుద్దీపాలను 10 గంటలపాటు వెలిగించవచ్చును. 1/2 గ్రాము ప్రోటాను ½ గ్రాము న్యూట్రానును కలిసి 1 గ్రాము హీలియముగా ఏర్పడేటప్పుడు సంభవించిన స్వల్ప ద్రవ్యనష్టమే యింతశక్తి ఉత్పత్తికి కారణ భూతమైనది.

2. ద్రవ్యరాసి శక్తిగా మారుతుంది:

ప్రోటానులతోను న్యూట్రానులతో హీలియం ఏర్పడునప్పుడు, నూటికి ఒక వంతులో ముప్పాతికభాగం పదార్థము-శక్తిగామారి విడుదల అయినప్పుడు ఏం జరుగుతుంది? కొండ శిఖరాగ్రముమీదనుంచి ఒక రాయి దొల్లుకుంటూవచ్చి క్రింద లోయలో స్థిరపడితే ఏం జరుగుతుందో యిక్కడా అదే జరుగుతుంది. ప్రథమస్థితికన్న ఆఖరుస్థితి ఎక్కువ స్థిరంగా ఉంటుంది. కొండ శిఖరంమీద ఉన్నరాయి అస్థిరమైన స్థితిలో నున్నది. దానిని గనుక కదిలిస్తే క్రిందికి దొర్లిపోతుంది. వాలుమీదుగా క్రిందకు దొర్లుకుపోతున్నప్పుడు, ఎత్తున ఉండగా కలిగి ఉన్న శక్తినంతా విడుదలచేస్తుంది. లోయలోకి చేరగానే దాని శక్తి అతిస్వల్పమై స్థిరపడిపోతుంది. అది యిప్పుడు కొండనుండి దొర్లలేదు. దానిశక్తి అంతా తొలగిపోయినది.

ఈ ఉదాహరణనుబట్టి ఏమి తెలుస్తుంది-ఏదైనా ఒక వస్తువు స్థానమార్పుదల సమయంలో శక్తిని విడుదల చేస్తుంది. మొదటికన్నా తర్వాతనే అధికస్థిరత్వం ఏర్పడుతుంది. ఒక బంతి ఇంటికప్పుమీదనుంచి కిందపడేటప్పుడు శక్తిని విడిచి వేస్తుంది.

అది కప్పుమీదకన్న నేలమీదనే అధికస్థిరత్వం కలిగిఉంటుంది. సముద్రంలోని నీరు కొండశిఖరాలమీద వర్ష రూపంలో ధారా పాతంగాపడి అతివేగంగా క్రిందికివస్తూ శక్తిని విడుదలచేస్తోంది. దీనిని విద్యుచ్ఛక్తిగా ఉపయోగించుకోవచ్చును. సముద్రం లోని నీరు-కొండశిఖరంమీదకన్నా సముద్రంలోనే స్థిరత్వం కలిగిఉన్నది.

ఈ విధమైన చేతికమార్పులకు ఏది నిజమో రసాయన మార్పులకుకూడా అదేనిజము. రసాయన విక్రియకు తోడుగా శక్తి విడుదల అయినప్పుడు, చివరకు తయారుఅయ్యే సంయోగ పదార్థములు మొదటి సంయోగపదార్థములకన్నా స్థిరంగా ఉంటవి. ఉదాహరణకు : ఉదజని కర్బనముల మధ్యగల బంధమునకు కర్బనము-ప్రాణవాయువుల మధ్యగల బంధమునకన్న అధికంగా శక్తి ఉన్నది. గాసోలీన్ కొయ్య, T N T లకు ఎన్నో కర్బనము - ఉదజని బంధములు ఉన్నాయి ; అందువల్ల అవి అస్థిరమైనవి. అవి నిప్పు అంటుకోనూ గలవు; ప్రేలనూ గలవు. ఆ విధంగా జరిగినప్పుడు తక్కువశక్తిగల కర్బన - ప్రాణవాయు బంధములుగా ఏర్పడుతవి ; శక్తియిచ్చివేయబడుతుంది. కర్బన ద్వియామ్లజనదములాంటి చివరకు తయారయ్యే సంయోగ పదార్థములు అతి స్థిరంగా ఉంటవి. స్వేచ్ఛాప్రాణవాయువుతో దహింపబడునప్పుడు, నీటియందు స్థిరమైన ప్రాణవాయు-ఉదజని బంధము, ఒదులైన ప్రాణవాయు-ప్రాణవాయుస్థానే రావటం, విడుదల అయ్యేశక్తికి దోహదం చేస్తుంది.

ప్రోటానులతోనూ న్యూట్రానులతోనూ హీలియము కేంద్రకము తయారగునప్పుడు విడుదలయ్యే శక్తికూడా యిట్టి

పరిస్థితులకే లోనైయున్నది: ప్రోటాను న్యూట్రానులకన్నా హీలియం కేంద్రకము అత్యంతస్థిరమైనది. న్యూట్రానులు అతి త్వరగా యితర మూలపదార్థాలతో అతుక్కుని పోతూంది; కాని ఆల్ఫాకణములవలె హీలియం కేంద్రకములుమాత్రము చుట్టూ తిరిగివస్తాయేకాని దేనితోనూ సంబంధంఏర్పరచుకోవు.

ఒక పద్ధతియొక్క తారతమ్య స్థిరత్వము (Relative Stability) గురించి తెలుసుకొనవలనంటే దానిని మరొక రూపంలోనికి మార్చడానికి ఎంత శక్తికావలెనో గుర్తించటం ఒక మార్గం. కొండరాయి శిఖరముమీదకన్నా లోయలో ఎంతో స్థిరంగాఉన్నది. దానిని కొండవాలుమీదగా యీడ్చుకుంటూ మొదటఉన్న స్థానానికి తీసుకొని వెళ్ళవలెనంటే ఎంతో శక్తి కావలసిఉంటుంది. హీలియమ్ కేంద్రకాన్ని ప్రోటానులుగానూ న్యూట్రానులుగానూ విడగొట్టడానికి గూడా అత్యధిక శక్తికావాలి. చిన్న కేంద్రకానికి అంతటి శక్తిని సమీకరించి సరఫరాచేయటం సులభసాధ్యం కాదు. కాబట్టి ఆల్ఫాకణము లేక హీలియం పరమాణువు ఫలితమయ్యాయి. హీలియం పరమాణువు అత్యంత స్థిరమైన కణము అనుకోవచ్చును. దీనికన్న స్థిరమైనవి లేవని చెప్పడానికి వీలులేదు. యదార్థానికి అస్థిర మూలపదార్థాలలో ఒకటిగా దీనిని గురించి ముందు ముందు మనం తెలుసుకుందాము.

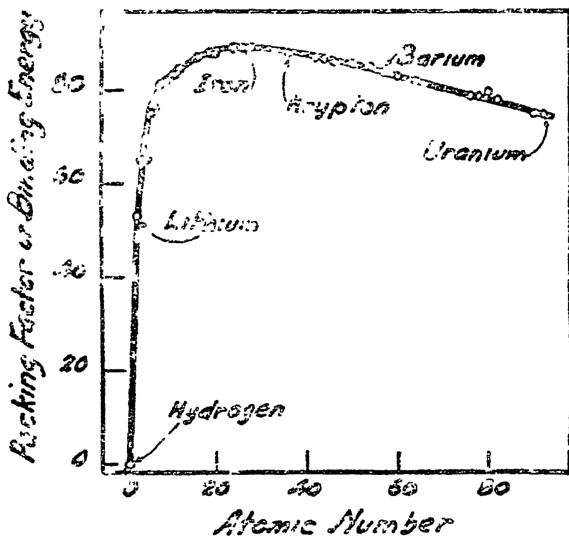
ప్రోటానులతోను న్యూట్రానులతోనూ కేంద్రక నిర్మాణము జరుగునప్పుడు సంభవించే ద్రవ్యనష్టమును, సంపుటీకరణ నష్టము (Packing Loss) అని అంటాము. ప్రోటానులు,

న్యూట్రానులూ స్వేచ్ఛగా ఉన్నప్పటికంటె కేంద్రకములో ఉన్నప్పుడు అతి బిగువుగా బంధింపబడి ఉంటాయని దీని భావము. సంపుటీకరణ నష్టమును పరమాణు కేంద్రకము నందుగల యూనిట్ల సంఖ్యతో భాగించిన, ఆ మూలపదార్థముయొక్క ఒక యూనిట్ ద్రవ్యరాసికీ ఎంత నష్టము కలిగినదీ తెలుస్తుంది; దీనిని సంపుటీకరణ కారణాంకము (Packing Factor) అని మనం పిలువవచ్చును. సంపుటీకరణ కారణాంకము ఎంత ఎక్కువ అయితే ఆ మూలపదార్థము నిర్మాణము నందు అంతకన్నా ఎక్కువగా శక్తి విడుదల అవుతుంది; అదే విధంగా స్థిరత్వంగూడా అధికమవుతుంది. ద్రవ్యనష్టము, శక్తి విడుదల కారణంగా ప్రోటానులూ న్యూట్రానులూ కేంద్రకమునందు ఒకదానితో నొకటి అతిబిగువుగా బంధింపబడినవా అని అనిపిస్తుంది. ఈ కారణంవల్ల విడుదల అయ్యేశక్తిని, కేంద్రకములోని ప్రోటాను - న్యూట్రానుల 'బంధనశక్తి', (Binding Energy) అని అంటారు.

ఏస్టన్ తన మాస్‌స్పెక్ట్రొమీటర్‌లో అనేక ఐసోటోపుల తారతమ్య ద్రవ్యరాసులను కొలిచాడు; అన్ని మూలపదార్థముల సంపుటీకరణ కారణాంకము ఒకటి కాదని గుర్తించాడు. మూలపదార్థముల ధర్మములలో ఏవో క్రమవిధానములుఉన్నట్లుయిదివరకే మనకి తెలుసును. కాబట్టి తమ సంపుటీకరణ కారణాంకమునందుగూడా మూలపదార్థములు ఒక క్రమవిధానంతో ఉంటాయిని తెలుసుకునేందుకు మనం ఆశ్చర్యపడనవసరంలేదు. ఏస్టన్ కనుగొనిన యీనూతన క్రమపద్ధతి (regularity) అతి సూక్ష్మమైన విషయమే; కాని దాని

యొక్క అంతరార్ధపరిణామము ప్రపంచములోని ప్రతివ్యక్తి గుర్తించే సమయం దగ్గరకు వచ్చింది. పరమాణుశక్తి విడుదల కార్యకలాపమునకు జరుపబడే ప్రాథమిక చర్యలయందు యిమిడి ఉన్న మూలసూత్రము యిదే.

15 వ చిత్రములో చూపబడిన మూలపదార్థముల సంపుటీకరణ కారణాంకములవైపు చూడండి. ఉదజని కేంద్ర



15 వ పటము

కమునందు ఒకేఒక ప్రోటానుఉండటంవల్ల దాని సంపుటీకరణ కారణాంకము ‘0’ మిగత మూలపదార్థమువరంగా యీ విలువను తెలుసుకోవలనంటే, కేంద్రకమునందుగల ప్రోటాను-న్యూట్రానులు మొత్తము భారమునుండి ఆమూలపదార్థ పర

మాణుభారమును తీసివేయాలి. ఇది సంపుటీకరణ నష్టమును యిస్తుంది: దీనిని, కేంద్రకమునందుగల ప్రోటాను-న్యూట్రానుల సంఖ్యలచే భాగిస్తే సంపుటీకరణ కారణాంకము వస్తుంది. ఉదాహరణకు: క్రిప్టాన్ 78 కేంద్రకమునందు 36 ప్రోటానులు 42 న్యూట్రానులూ ఉన్నాయి.

$$36 \times 1.0076 = 36.2736$$
$$42 \times 1.0089 = 42.3738$$

మొత్తం = 78.6474

Kr–78 పరమాణు భారం = 77.9262

సంపుటీకరణ నష్టం = 0.7212

ఉదజని అవలోకనతో సంపుటీకరణ కారణాంకము = 0.0091 లేక 10 000 కి 91 భాగములు.

క్రిప్టాన్ - 78, కేంద్రక నిర్మాణమునందు పాల్గొనే ప్రతి 78 ప్రోటాను న్యూట్రానులకూ, 10,000 లోను 91 భాగములు నష్టం కలుగుతోందని స్పష్టమూతుంది. ఈ కేంద్రకము అత్యంతస్థిరమైనదైయుండాలి.

అనేక మూలపదార్థముల సంపుటీకరణకారణాంకమును 15వ చిత్రంచూపుతుంది. ఉదజనితో ప్రారంభమైన ఒక వంగిన రేఖపైన యివి ఉన్నాయి. ఈ రేఖ ఇనుము నికిల్ లోహముల వద్ద అత్యున్నతస్థాయిని చేరి నెమ్మదిగా యురేనియంవద్దకు వంపు తిరుగుతుంది. మూలపదార్థావర్తన పట్టికలోని తేలిక మూలపదార్థములూ బరువు మూలపదార్థములూ, మధ్యనున్న మూలపదార్థములకన్న చిన్న సంపుటీకరణ కారణాం

కమును కలిగివున్నాయి. వక్రరేఖకు శిఖరాగ్రంమీదనున్న ఇనుమునకు పెద్ద సంపుటీకరణకారణాంకము వున్నది. అందువల్ల యిది అత్యంత స్థిరమైన మూలపదార్థము. మిగత బరువైనవి తేలికయైనవి మూలపదార్థములు దీనియంత స్థిరమైనవి కావు.

15వ చిత్రములోని క్రమ విధానాన్ని చూడండి. కేంద్రకమునందలి ప్రోటాను – న్యూట్రానులను మరోవిధంగా సర్దటం ద్వారా మూలపదార్థములను ఒకదానినుంచి మరొక దానిలోకి మార్చటం సాధ్యమౌతుందని కొంచెంసేపు ఊహించండి. ఆ తర్వాత మూలపదార్థావర్తన పట్టిక రెండు చివరలనుంచి బయలుదేరి మధ్యన మూలపదార్థములను నిర్మిస్తూపోవటంద్వారా – తక్కువ స్థిరత్వముగల మూలపదార్థములనుంచి ఎక్కువ స్థిరత్వం మూలపదార్థములకు వెళ్ళటవల్ల, మనం శక్తిని విడుదల చెయ్యవచ్చును. ఉదజనితో గనుక ప్రారంభిస్తే చిన్న పరమాణువులను సమ్మేళనం చేసి పెద్ద పరమాణువులుగా తయారుచేయగలము. అట్లాగాకుండా, యురేనియముతో గనుక ప్రారంభిస్తే పెద్ద పరమాణువులను చిన్నవి చిన్నవిగా పగలగొడ్తాము. ఈ రెండు సందర్భాలలోనూ చివరకు వచ్చే ద్రవ్యరాసి మొదటనున్న ద్రవ్యరాసికన్నా తక్కువగా ఉంటుంది; వీటిలోని తేడా శక్తిగా విడుదల అవుతుంది. అతిస్వల్పమైన ద్రవ్యమూ ఎంతో శక్తిగా మారిపోతుంది; యీ రెండు పద్ధతులద్వారా విపరీతమైన శక్తి విడుదల అవుతుంది

యదార్థంగా యీ రెండువిధానాలవల్ల శక్తి విడుదల అవుతుంది. ఇవి సృష్టిలో సహజసిద్ధమైనవి. మొదటివిధానం సూర్యునియొక్క, నక్షత్రములయొక్క శక్తిని సరఫరాచేస్తుంది; ఉదజని బాంబునుగురించి ప్రస్తావించే సందర్భంలో యీ విష. యాన్నిగురించి విపులంగా 10 వ ప్రకరణంలో చెప్పబడింది.

ఇక రెండవపద్ధతి – భూమిమీద సంభవిస్తుంది: బరువైన మూలపదార్థముల పరమాణుపరివర్తనమువలన శక్తి విడుదల అవుతుంది. చాలాకాలంవరకూ తెలిసిన మార్గము రేడియో ధార్మికతయే. రేడియం తనంతటతానుగా శక్తిని విడుదల చేయుటకు హీలియమ్ రేడాన్‌లుగా విచ్ఛేదన పొందుతూంది. అనేవిషయం జ్ఞాపకం ఉంచుకోండి. రేడియముయొక్క పరమాణుభారము 226; హీలియమ్ భారము 4, రేడాన్ భారము 224 రేడియముయొక్క పెద్దదైన అస్థిరకేంద్రకము, చిన్నవైన హీలియమ్ రేడాన్ కేంద్రకాలను యిస్తుంది; పెద్దవైన సంపుటీకరణకారణాంకముల కారణముగా ద్రవ్యరాసి తరిగిపోతుంది; కాబట్టి శక్తి విడుదల అవుతుంది. మనకథలో యిదివరకుచేసిన లెక్కలనుబట్టి యీ శక్తి ఎంతో అధికమైనదని మనకు తెలుసును.

ఇంకా అనేక మూలపదార్థములకు సహజసిద్ధమైన రేడియో ధార్మికత ఉన్నది. కాని రేడియమునకున్న ప్రభావం వాటికి లేదు. అయినా విధానము అన్నింటికీ ఒక్కటే. 15 వ చిత్రములో చూపినట్లుగా సంపుటీకరణకారణాంకముల బాంధవ్యమునుబట్టి చిన్నచిన్న కేంద్రకాలు ఏర్పడుతవి; శక్తి విడుదల అవుతుంది.

సహజసిద్ధమైన రేడియో ధార్మికత తనంతతానుగా విడుదల అవుతుంది. అల్ఫాకిరణములు, బేటాకిరణములు, గామా కిరణములు విడుదల చేసేందుకుగాను – రేడియము, యురేనియము, థోరియము ఆక్టినియము విచ్ఛిన్నమయ్యే వేగము స్వేచ్ఛాయుతమైనది. దానిని మానవ ప్రయత్నం ఏవిధంగానే మార్చలేదు. మన ప్రయత్నప్రభావం దానిమీద పడదు. అయినప్పటికి 1939 మొదలు, బరువైన మూలపదార్థములనుండి తేలికయైన మూలపదార్థములకు మార్పుదల కలిగించే సంపుటీకరణ కారణాంకమున నుపయోగించి శక్తిని వాదనలుచేసే మరొక విధానము గురించి మనం తెలుసుకున్నాము; యురేనియము కేంద్రకము విచ్ఛిన్నముకాగా ఏర్పడే తేలిక సూక్ష్మకేంద్రకముల వలన విపరీతమైన శక్తి విడుదల అవుతుంది. ఇదే పరమాణుబాంబు నిర్మాణపద్ధతి. ఇది మానవుని అదుపు ఆజ్ఞలకు, యిష్టా యిష్టములకు లోనైన పద్ధతి.

3. పరమాణువులు పగిలి శక్తిని విడుదల చేస్తాయి: కేంద్రక విచ్ఛేదనము.

ఇక్కడ ఒక్క విషయము నొక్కి చెప్పవలసిఉంది. ఇంతవరకూ జరిగిన ప్రయోగ పరిశీలనా కార్యకలాపములలో పదార్థ తత్వవేత్తలు, పరమాణుబాంబు నిర్మాణమునకు సంబంధించిన శక్తి విడుదల సమస్యను గురించి యోచింపలేదు. పదార్థ నిర్మాణమును గురించిన జిజ్ఞాసయే వారికి ముఖ్యము.

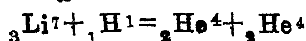
కేంద్రకము స్థితిగతులు - ప్రోటానులు ఎందువల్ల ధనవిద్యుత్ ప్రేరకములయినవో, ఒకదాని నొకటి ఎందువల్ల త్రోసివేసు కుంటవో, కేంద్రకములాంటి అతిసూక్ష్మఆవరణలో ఎట్లా స్థిర బంధమును కలిగిఉంటవో తెలుసుకోవాలని అనుకున్నారు. న్యూట్రాను అంటే ఏమిటో, కేంద్రకమునందు అంతర్గత ముగా అది ఎట్లా పనిచేస్తుందో గ్రహించాలని అనుకున్నారు.

ఆయా సందర్భాలలో పరమాణు శక్తి విడుదలను గురించి వారు ఊహించటంగూడా సమంజసమే. ఈ విషయ ములను గురించి చాలామంది పత్రికలలో వ్యాసాలుగూడా వ్రాశారు. పరమాణు శక్తి అనేది సాధ్యం కావచ్చుననే విష యాన్ని గురించి అనేకులు అనేకవిధాల తలపోయటం ప్రారం భించారు అయితే తత్వవేత్తలు జరిపిన ప్రయోగములన్నీ పదార్థము - శక్తికి సంబంధించిన ప్రాథమిక ప్రశ్నలకు జవా బులు పొందడానికే చేయబడినవి. మొత్తము పదార్థమునంత టినీ, ఆల్ఫాకణములు, ప్రోటానులు, డ్యూటేరానులు. ('1932 తర్వాత) న్యూట్రానులచే ఢీ కొలిపి ఏంజరుగుతుందో చూడ దల్చుకోటమే యీ విధానము.

ఈ కార్యకలాపమును సమీక్షచేస్తూ మూడు ఫలి తాలు దీనివల్ల లభించినవని మనం గ్రహించవచ్చును. మొద టిది అతి సూక్ష్మమైనది: కావెండెష్ ప్రయోగశాలలో కాక్ క్రాఫ్ట్, వాల్టనులు జరిపిన కృషియే యిందుకు దృష్టాంతరము. తేలికలోహము లిథియముయొక్క తెరమీదకు తక్కువ గతి వేగముతో ప్రోటానులను పంపించినచో అక్కడ విపరీత గతి వేగముతో ప్రయాణించే ఆల్ఫాకణములు బయటకు వస్తవి-

అని వారు కనుగొన్నారు. లిథియము కేంద్రకాన్ని ఢీకొనే ప్రతిఒక్క ప్రోటానుకీ రెండు ఆల్ఫాకణములు బయటకు వస్తవని చూపించవచ్చును.

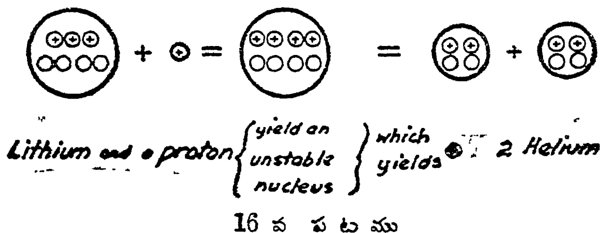
ఈ పరావర్తనక్రియ సూక్ష్మమైనదీ, ఋజువర్తనమైనదీ. 16 వ చిత్రములో యీ విషయం చూపబడినది. ప్రోటాను అనగా ఉదజని కేంద్రకము, $_1H^1$. లిథియము అనగా $_3Li^7$; దీని కేంద్రకమునందు 3 ప్రోటానులు 4 న్యూట్రానులు ఉన్నాయి. ఆల్ఫాకణమనగా హీలియము కేంద్రకము $_2He^4$ దీనియందు 2 ప్రోటానులు 2 న్యూట్రానులూ ఉన్నవి. అంతర క్రియా (Inter action) విధానమును యీ విధముగా వ్రాయవచ్చును,



$$_3Li^7 + {}_1H^1 = {}_2He^4 + {}_2He^4$$

ఈ సమీకరణమును చదువునప్పుడు ఎడమవైపునున్న సంఖ్యలను కలపండి: 3 ప్రోటానులు + 1 ప్రోటాను = 4 ప్రోటానులు. ఆ తర్వాత కుడివైపునున్న సంఖ్యలను కలపండి: ద్రవ్యరాసి 7 + ద్రవ్యరాసి 1 = ద్రవ్యరాసి 8. మొట్టమొదట ఈ విధంగా జరుగుతుందని భావించవచ్చును: లిథియము కేంద్రకము ప్రోటానును తీసుకొని కొంతతడవు 4 ప్రోటానులనూ 4 న్యూట్రానులనూ కలిగి వుంటుంది; అనగా ద్రవ్యరాసి 8 ప్రేరణ 4 అవుతుందన్నమాట. ఈ కేంద్రకము అతి అస్థిరమైనదగుటవల్ల రెండుగా పగిలి 2 హీలియం కేంద్రకములవుతుంది. యీ చిన్న కేంద్రకాలు ఒక్కొక్కదానియందు ద్రవ్యరాసి 4, ప్రేరణ 2 వుంటుంది. అస్థిర కేంద్రక పునర్వర్గీకరణములో, విపరీతమైనశక్తి విడుదల యగుతున్నట్లుగా హీలియ

సూక్ష్మ కేంద్రకాలు అధిక వేగంతో విడిపోతాయి. విపరీతమైన శక్తి విడుదల యగుతున్నట్లు రెండువిధాల చూపించవచ్చును. మొదటి విధానం: లిథియము పరమాణువును ఢీకొనుటకు ముందు ప్రోటానుకుగల శక్తినీ, రూపొందిన తర్వాత 2 ఆల్ఫా కణములకుగల శక్తినీ నిర్ణయించాలి.



16 వ పటము

కణములు ప్రయోగించే వేగమునుబట్టి పదార్థ విజ్ఞాన శాస్త్ర సమీకరణ సహాయంతో ఏటిశక్తిని లెక్కకట్టవచ్చును. 2 ఆల్ఫాకణములు రూపొందుటతో రెండింటికీ మధ్యగల గతి వేగమునందలి తారతమ్యము, ఎంతో శక్తివిడుదల అయి నట్లు తెలుపుతుంది. ప్రతి ఒక్క సంఘర్షణకూ అనంతరం, ప్రతి లిథియము పరమాణువునకూ ఎక్కులో 27.2 మిలియన్ల సంయుక్త శక్తితో 2 ఆల్ఫాకణములు విడుదల అవుతవి.

విడుదల అయ్యేశక్తిని మరోవిధంగా చూపడం ఎట్లా గంటే – సంపుటీకరణ కారణాంకము మార్పువల్ల ఒనగూడే ద్రవ్యనష్టమును గుర్తించటం. లిథియము కేంద్రకముయొక్క బరువు 7.0165, ప్రోటానుయొక్క బరువు 1.0076; ఈ రెం డింటి బరువూ మొత్తం 0 = 8.0241. ఆల్ఫాకణము బరువు 4.0028, రెండు ఆల్ఫాకణముల బరువు 8.0056. కాబట్టి

లిథియము ఉదజనులనుంచి రూపొందే 2 హీలియము కేంద్ర కముల ఫలితంగా 0.0185 యూనిట్ ద్రవ్యము నష్టం కలుగు తోంది. 2 హీలియము పరమాణువులకు కలిగివున్న శక్తికి యీ ద్రవ్యమే కారణము ; ఐన్‌స్టీన్ సమీకరణమును ఉప యోగించి యీ శక్తి ఎంతవున్నదో మనం లెక్కకట్టవచ్చును. నష్టమైన 0.0185 యూనిట్ ద్రవ్యము యదార్థంగా $3.07 \times 10 - 26$ గ్రామ్ తూగుతుంది. ఐన్‌స్టీన్ సమీకరణము నందు దీనిని బదలాయిస్తే ఒక్కొక్క లిథియమ్ పరమాణువు నకు ఎర్గులో 27 6 మిలియన్ల వంతుకు సమానమౌతుంది.

ఈ రెండువిధానాలకి ఎంత మంచి సామీప్యతకలదో చూడండి. ఇలాంటి ప్రయోగమునకు యీ రకమైన సామీ ప్యత అత్యుత్తమమైనది. దీనివల్లద్రవ్యరాసికి శక్తిగల సంపూర్ణ సమానత్వము ప్రస్ఫుటమౌతుంది.

ఈ లిథియం ప్రోటాను విక్రియను గురించి మరొక్క విషయం చెప్పవలసి వున్నది. 2 హీలియం సూక్ష్మకేంద్రకా లుగా లిథియం – ప్రోటాన్ ద్రవ్యరాసి విభజనమైనప్పుడు యిది సిద్ధిస్తుంది. జీవశాస్త్రంలో ఒక జీవాణువు (Cell) రెండు సమాన జీవాణువులుగా విభజింపబడే పద్ధతిని "విచ్ఛేదము" (Fission) అని అంటారు. అదేవిధంగా కేంద్రకము – 2 సమాన పరిమా ణము గల హీలియం సూక్ష్మకేంద్రకములుగా విభజింపబడి నప్పుడు దానిని కేంద్రకవిచ్ఛేదనము (Nuclear fission) అని అంటారు. 1939 లో యురేనియం కేంద్రకము 2 సమాన భాగాలుగా విడిపోయింది. ఆ తర్వాతనే కేంద్రకవిచ్ఛేధనము అనే పదం వాడుకలోనికి వచ్చింది.

ప్రస్తుతం మనకు ఆసక్తి కలిగించే విషయము - ఒక ప్రోటాను ఒక లిథియం కేంద్రకమూ గుద్దుకున్నప్పుడు ఫలితం 2 హీలియం కేంద్రకాలూ, కావలసినంత శక్తి విడుదల - అన్నది. ఈ విధానమంతా మానవకృతమగుటవల్ల యీవిధానముద్వారా ఎప్పుడు కావాలనుకుంటే అప్పుడు పరమాణు శక్తిని విడుదల చేయుటకు సాధ్యం కావచ్చును అని తలంచవచ్చును. కాని యిది అంత ఉత్తమమైన పద్ధతికాదు.

కొద్దిగా ఆలోచించి చూస్తే కారణం ఏమైఉండేదీ బోధపడుతుంది. మిగతా పరమాణు పరిమాణంతో పోల్చి చూస్తే దాని కేంద్రకం ఎంత సూక్ష్మంగా ఉంటుందో జ్ఞాపకం చేసుకోండి. వ్యాసములు 1 - 10,000 నిష్పత్తిలో ఉంటాయి. వైశాల్యములు వాటి వ్యాసముల వర్గమునకు సంబంధసామ్యములో ఉంటాయి. కాబట్టి అర్ధవిభాగముల (Cross Sections) వైశాల్యములు - 1: 100,000,000. అంటే దాని అర్థం - ఒక లిథియమ్ పరమాణువులో జొచ్చుకుని వెళ్ళే ప్రోటానుకు లిథియమ్ కేంద్రకాన్ని ఢీ కొనటానికి 100,000,000 లో ఒక అవకాశం మాత్రమే ఉన్నది. నిజానికి, ఉన్న అవకాశము అంతకన్నా తక్కువే. ఎందువలనంటే ప్రోటాను లిథియమ్ కేంద్రకమూ రెండూగూడా ధనవిద్యుదావేశము కలవి కావున ఒకదానినొకటి వికర్షించుకొంటవి. పరమాణువులలో ప్రయాణంచేస్తూ ఉండగా ఎలక్ట్రానులను గుద్దుకోవటంవల్ల ప్రోటాన్ వేగం క్రమశః తగ్గుముఖం పడుతుంది; 1000,00 పరమాణువులను దాటేటప్పటికి దాని పని అయిపోతుంది. కాబట్టి లిథియమ్ కేంద్రకమును ఢీ కొనడానికి దానికి 100,000,000 లో

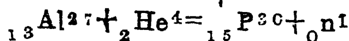
100,000 అవకాశములు లేక 1000 కి 1 అవకాశం మాత్రమే ఉన్నది. విడుదలఅయ్యే శక్తి ఎంతో అధికమైనప్పటికీ, ప్రోటానుల కదిలించడానికి అవసరమైన శక్తితో సమానం అవటం కష్టం - ఎందుకంటే లిథియమ్ కేంద్రకాన్ని ఢీ కొనేది మహా అయితే 1000 లో 1 మాత్రమే. సూక్ష్మంగా చెప్పాలంటే యీ విధానం ఏ విధంగాను లాభదాయకం కాదు. పరమాణు శక్తి అక్కడ వున్నమాట వాస్తవమే. దానిని విడుదలచెయ్యవచ్చును, కాని సాంకేతిక సంబంధమైన కార్యకలాపములకు యిది వినియోగపడదు.

4. రేడియో ధార్మిక పరమాణువులు కృత్రిమంగా తయారు చేయబడతాయి

పరమాణు అంతర్గత క్రియాకలాపములను గురించి సంక్షిప్తముగా చెప్పినప్పుడు, మూడురకములైన ఫలితాలు ఒనగూడినట్లుగా చెప్పివున్నాను. మొదటి ఫలితం అతిసూక్ష్మమైనది: ఇప్పుడే వర్ణించి వున్న లిథియము విచ్ఛేదన వంటిది. రెండవది కొంత క్లిష్టతరమైనది. విప్లవాత్మకమైనది.

13 వ మూలపదార్థము అల్యూమినియమును పరిశీలించండి. దీని పరమాణుభారము 27, దీని కేంద్రకములో 13 ప్రోటానులూ 14 న్యూట్రానులూ వున్నవి. దీనికి సంబంధమును తెలిసిన ఐసోటోపులు ఏమీలేవు. ఆల్ఫాకణములు అల్యూమినియమును ఢీకొనినప్పుడు న్యూట్రానులు విడుదల అవుతవి, ఒక పదార్థంకూడా తయారవుతుంది. ఈ పదార్థ కేంద్రకమునకు 15 ధనవిద్యుత్ప్రేరణలూ, 30 ద్రవ్యరాసీ

వున్నాయి. ఇది కేంద్రకములో 15 ప్రోటానులూ 15 న్యూట్రానులూగల పదార్థమై వుండాలి.



$$_{13}Al^{27}+{}_{2}He^{4}={}_{15}P^{30}+{}_{0}n^{1}$$

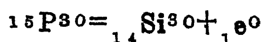
ఇదే సమీకరణమునందు గుర్తించబడినది. న్యూట్రాన్ $_{0}n^{1}$ అని వ్రాసివుండటం గుర్తించండి-ఇట్లా వ్రాయుటకు కారణం ఏమంటే న్యూట్రాన్ ప్రేరణము '0' ద్రవ్యరాశి 1

కేంద్రికమునందు 15 ప్రోటానులు కల్గిన పదార్థము. ఆవర్తనపట్టికయందు 15 వ మూలపదార్థము: భాస్వరము అవుతుంది. అయినప్పటికీ, నూతనంగా ఏర్పడిన యీ పదార్థ పరమాణుభారము 30, భాస్వరపరమాణుభారము 31, దీని పరంగా తెలిసిన ఐసోటోప్ లేదు. ఈ ప్రయోగములను ఫ్రెడెరిక్ జోలియట్, ఆయన భార్య ఐరేన్‌క్యూరీ కొనసాగించారు. ఈ క్రొత్తగా కనుగొనబడిన పదార్థముతో అనేక పరీక్షలు చేసి జోలియట్ క్యూరీదంపతులు, యిది భాస్వరమేనని నిర్ధారణచేశారు. ఇది మామూలు భాస్వరమునకన్నా తేలికగా ఉంది. ఇంతకుపూర్వం ఇది ఎప్పుడూ సృష్టిలో లభ్యంకాలేదు. ఒక కృత్రిమ ఐసోటోప్ రూపొందినట్లుగా కన్పడినది.

ఇదంతా ఎంతో వింతగా తోచవచ్చును ; యింతకన్నా ఆశ్చర్యకరమైన విషయం ఏమంటే - రసాయనశాలలో పరీక్షలు జరుగుతూ ఉండగా యీపదార్థం మాయమైపోతున్నట్లు కనపడటం. ఒక్క పావుగంటకాలంలో భాస్వరం అంతా మాయమైపోతుంది. అసలు అన్నిటికన్నా దిగ్భ్రాంతుల్ని చేసేసంగతి - యిది మాయమయ్యేటప్పుడు రేడియోధార్మిక శక్తి కలిగి ఉండటం. ఇది మామూలుగా గామాకిరణములను

యిచ్చివేసింది. దీనికి తోడు అప్పటికి కొంతకాలంక్రితమే కనుగొన్న 'తప్పించుకు తిరిగే' పోజిట్రానునుకూడా విడచింది. 1932 లో ఆండర్సన్ కనుగొన్న ఋణవిద్యుత్ ఎలక్ట్రానుకు యిది ధనవిద్యుత్ రూపాంతరమైనదానినిగా మనం జ్ఞాపకం వుంచుకోవాలి. ఎలక్ట్రాన్‌కు గల సూక్ష్మద్రవ్యరాశి దీనికీ వున్నది; కాని ఋణవిద్యుదావేశమునకు బదులు ధనవిద్యుదావేశము కలిగిఉన్నది. సర్వసామాన్యంగా ఎలక్ట్రాన్‌కు గుర్తు $-_{1}e^{0}$ అని వ్రాస్తారు; అంటే 1 ఋణవిద్యుదావేశము కల్గినదనీ, ద్రవ్యరాసి ఏమీ లేదనీ అర్థము. కాబట్టి పోజిట్రానుకు గుర్తు $_{1}e^{0}$; అంటే ధనవిద్యుదావేశము 1. ద్రవ్యరాసి ఏమీ లేదు అన్నమాట.

రేడియో ధార్మికత కలిగిన భాస్వరము మాయమై పోగా మిగిలినపదార్థము సిలికాన్. ఇది ప్రసిద్ధమైన మూల పదార్థము. ఇది ప్రాణవాయువుతో కలిసి యిసుకగా ఏర్పడే ముఖ్యభాగమై యున్నది. సిలికాన్‌కి గుర్తు $_{14}Si^{30}$ రేడియో ధార్మికతకల్గిన భాస్వరము నుంచి సిలికాన్ ఎట్లా ఏర్పడుతున్నదో ఈవిధంగా సమీకరణరూపంలో వ్రాయవచ్చును.

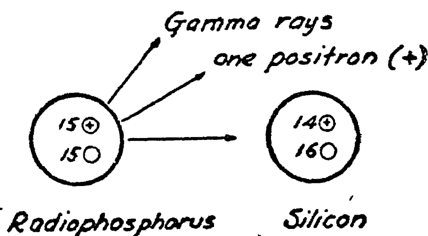


$$_{15}P^{30} = {}_{14}Si^{30} + {}_{1}e^{0}$$

$_{1}e^{0}$ అనేది యీ ప్రక్రియలో విడుదల అయిన పోజిట్రాన్.

ఈ పాజిట్రాన్ ఎక్కడనుంచి వస్తోంది! 17 వ చిత్రం చూడండి. రేడియో భాస్వరముయొక్క కేంద్రకమునకు 15 ప్రోటానులూ 15 న్యూట్రానులూ ఉన్నాయి. ఈ అస్థిరమైన ఏర్పాటునందు ప్రోటానులు అధికంగా ఉన్నట్లు స్పష్ట

మారుతున్నది. దీని ఫలితంగా 1 పోజిట్రాన్ విడుదల అవుతు న్నది. ప్రోటాన్‌నుంచి వచ్చిన ధనవిద్యుత్ ప్రేరణగా దీనిని భావించవచ్చును. ప్రోటానుయొక్క ధనవిద్యుత్ ప్రేరణను వేరుచేస్తే తాటస్థ్యకణము: న్యూట్రాన్ మిగిలిపోతుంది. కాబట్టి, 15 ప్రోటానులూ 15 న్యూట్రానులూ కలిగిన కేంద్రకమునుంచి, 14 ప్రోటానులూ 16 న్యూట్రానులూ కలిగిన కేంద్రకమునకు యీ పరివర్తన జరుగుతున్నది. ఇది సర్వసామాన్యమైన సిలికాన్ ఐసోటోప్. ఏస్టన్ పండితుని కార్యకలాపములవల్ల ప్రచారంలోనికి వచ్చినది.



17 వ పటము

ఒక మూలపదార్థము మరొక మూలపదార్థముగా మార్పుదల చెందినది – అని కనుగొనుటలో విశేషమేమీ లేదు. 1933 సంవత్సరమునకల్లా యీ పరివర్తనను గురించి తాత్వికులందరూ గుర్తించారు. అయితే విప్లవాత్మకంగా కనుగొన్న ప్రత్యేక విషయం ఏమంటే – సృష్టిలో ఎక్కడా లభ్యంకాని రేడియో భాస్వరములాంటి మూలపదార్థము కృత్రిమంగా తయారుకావటం.

ఒక సంవత్సరములోపున, సులభంగా లభ్యమయ్యే మూలపదార్థములను చాలవరకు యిదే పద్ధతిన పరీక్షించి చూచారు. అవన్నీ గూడా రేడియో ధార్మికత కలిగిన ఐసోటోపులను యిచ్చినవి. రేడియో ధార్మికత కలిగిన ఐసోటోపులు అనేకం కృత్రిమంగా తయారయినవి. సహజసిద్ధమైన రేడియో ధార్మికతకు కీలకమును కనుగొన్న క్యూరీ దంపతుల కుమార్తెయే యీ కృత్రిమ రేడియో ధార్మికతను కనుగొనటం విధివిధానంలోని ఒక అద్భుతం అని చెప్పవచ్చును. 1935 లో జోలియట్ – క్యూరీలు యీ పరిశోధనకుగాను నోబెల్ బహుమతినిపొందారు.

రేడియో ధార్మికత కలిగిన ఐసోటోపుల రూపంలో అనేక మూలపదార్థములను ఉత్పత్తి చేయవచ్చుననే పరిశోధనా ఫలితం, మానవజీవితముపై పరమాణు శక్తి ప్రభావమున కన్నా అద్భుతమైన అనేక మహత్తర అవకాశములకు దారి జూపినది. గురుదజని ఐసోటోపు అయిన డ్యూటీరియము, బరువైన ప్రాణవాయు ఐసోటోపుల సహాయంతో జీవశాస్త్ర ప్రయోగములందు శరీరములో ఒక మూలపదార్థముయొక్క ప్రయాణ మార్గమును గుర్తించవచ్చును. దీనికిగల సద్గుణములలో యిది ఒకటిగా మనం జ్ఞాపకం ఉంచుకోవాలి. ఇది ఉదజనియొక్క ఐసోటోపు అవటంవల్ల, డ్యూటీరియమును నీటియందు, క్రొవ్వునందు ఉదజనికి బదులు వాడవచ్చును. దీనియొక్క బరువైన ద్రవ్యము, రక్తములోను, కండలోనూ మూత్రములోనూ, తన ఉనికిని కానరాకుండా చేస్తుంది. వీటిని విభజించినప్పుడు, ఐసోటోపును కలిగియున్న పదార్థము

ఏ మార్గమున ప్రయాణిస్తుందో కనుగొనవచ్చును. దీనికోసం సాధారణంగా జంతువును చంపి ధాతువు (Tissue) ను తొలగించవలసి ఉంటుంది. అంతేగాకుండా యీ విభజనా పద్ధతి (Analytical Process) అతి చిక్కాకైనది.

జీవశాస్త్ర పరిశోధనలకు రేడియోధార్మిక ఐసోటోపులు వాడకం ద్వారా అనేక అద్భుతప్రయోజనాలు లభించినవి.

ప్రపంచ సంగ్రామమునకు పూర్వము, సామాన్య ఉదజని డ్యూటెరియములలాటి, తేలిక మూలపదార్థముల స్థిరమైన ఐసోటోపులను, భారీఎత్తు సాధనాపద్ధతులద్వారా తయారు చేశేవారు. యుద్ధం ముగిసిన తర్వాత ఓక్ రిడ్జిలో యురేనియం-2235 ఐసోటోపును యురేనియం-238 ఐసోటోపునుంచి వేరుచేయుటకుగాను నిర్మించిన విద్యుదయస్కాంత విభజనా యంత్రాగారమును మూసివేశారు. దానిలోఉన్న కొన్ని భారీఅయస్కాంతములను సామాన్య మూలపదార్థముల ఐసోటోపులను వేరుచేయుటకు ఉపయోగిస్తూ ఉన్నారు. అమెరికా పరమాణుశక్తి విచారణా సంఘముద్వారా యీనాడు ప్రాణవాయువు-18, నత్రజని-15 లాంటి అనేక స్థిరమైన ఐసోటోపులను ఖరీదుకి కొనుక్కోవచ్చును. ఇప్పటికీ అటువంటి ఐసోటోపులతో ప్రయోగములు జరపటం అత్యంత కష్టసాధ్యంగానే ఉన్నది. మచ్చుతునకలను విభజించి పరిశీలించడానికి మాస్ స్పెక్ట్రోస్కోప్ అవసరం. చాకరకం మాస్ స్పెక్ట్రోస్కోపును కొనాలన్నా ఎంతో ధనం వెచ్చించవలసి ఉంటుంది. అనేక ప్రయోగశాలలు యింత ధనమును వెచ్చించలేవు. అన్నింటికన్నా, ముఖ్యంగా పరిశీలింపబడిన పదార్థముయొక్క మచ్చు

తునకలు కావాలి; జీవాణువులు నశించకుండా వీటిని సంపాదించటం అనేది సాధారణంగా సంభవంకాదు. దీనికన్నా రేడియోధార్మికత కలిగిన మూలపదార్థములతో ప్రయోగ పరిశీలనలు జరపటం ఎంత సులభం! ప్రపథమంగా, రేడియోధార్మికత కలిగిన మూలపదార్థము తన తేజః ప్రసారమును వెల్లడిస్తుంది. అది ఎక్కడ ఉండేదిగాక, నిశ్చలంగా పోజిట్రానులనూ గామాకిరణాలనూ విడుదల చేస్తూనే ఉంటుంది. పదార్థతత్వవేత్తలు తమ ప్రయోగపరిశీలనల నిమిత్తం నిర్మించిన సునిశిత పరికరాలతో వీటి ఉనికిని గ్రహింపవచ్చును. జంతువును చంపనవసరంలేదు, జీవాణువులను నాశనం చేయనవసరంలేదు, సులభంగా వీటిని గుర్తించవచ్చును.

ఇక రెండవస్థానంలో, రేడియోధార్మికతకల్గిన ఐసోటోపుగా ఏ మూలపదార్థమునైననూ తయారుచేయవచ్చును. ఒక పదార్థమును తయారుచేయటం ఎంత సులభమో మరొక పదార్థం తయారుచేయడంగూడా అంతే సులభం. అంతేగాకుండా, గాఢతావృద్ధి (Concentration) కోసం రేడియోధార్మికతగల్గిన ఐసోటోపును వేరుచేయనవసరములేదు. మూలపదార్థముల న్యూట్రానులతోగాని, చెట్లలోకి జంతువులలోకి ఎక్కించే పదార్థమును ఉద్యోతనం (Irradication) చేయుటద్వారాగాని దీనిని నేరుగా తయారుచేయవచ్చును.

రేడియోధార్మికతకల్గిన ఐసోటోపులను ఉపయోగించేటందుకు ఒక అవకాశం ఉన్నది. అది ఎంతో ఆసక్తిని కలిగించేదిగా ఉంటుంది. శరీరంలోని కొన్ని అంగములకు ఒకొక్క మూలపదార్థమునకు సంబంధించిన రసాయనిక ఆకర్షణ

ఉంటుంది. ఉదాహరణమునకు: మెడలోనున్న కంఠగ్రంథి (thyroid) ను తీసుకుందాము. ఐడిన్ అంటే దీనికి ఆకర్షణ ఉన్నది. ఎముకలకు భాస్వరము అంటే ప్రత్యేక ఆకర్షణ. సర్వసామాన్యంగా మనం తినే భోజనంలోనూ త్రాగే నీళ్ళ లోనూ అయోడిన్‌ని తీసుకుంటాము. దీనిలో చాలాభాగం కంఠగ్రంథికి వెడుతుంది: కంఠగ్రంథిస్రవించే పదార్థంలో ఒక భాగంగా యిది భద్రపరుచబడుతుంది. అయోడిన్‌కి రేడియో ధార్మికతఉంటే, కంఠగ్రంథిలో చాలాభాగం రేడియోధార్మికత కేంద్రీకరింపబడుతుంది. రేడియోధార్మికతకు అన్నిధాతువులు (Tissues) తల ఒగ్గేవే. ఎందువల్లనంటే దీనియొక్క గామా కిరణములు సజీవకణములను నాశనంచేసి వేయగలవు. కాబట్టి కంఠగ్రంథిలో కాన్సర్ జీవాణువులు గనకఉంటే, మామూలు అణువులకన్న సులభంగా రేడియోధార్మికత వాటిని హత మార్చి వేస్తుంది. కంఠగ్రంథియొక్క మామూలు జీవాణువు లకు ఏవిధమైన గాయమూ తగలకుండా స్థానికంగా కాన్సర్ అణువులు నాశనమగునటుల దీనిగాఢతను అదుపులో ఉంచ వచ్చును. ఈవిధంగానే ఎముకలలోని కాన్సర్‌ను నిర్మూలనము చేయుటకు రేడియోధార్మికత కల్గిన భాస్వరము ఎముకలలో స్థిరపడుతుంది.

కంఠగ్రంథికి సంబంధించిన యితర రకములైన అనేక వ్యాధులను రేడియో ధార్మికత కలిగిన అయొడిన్‌తో నివారణ చేయవచ్చుననే విషయం ఋజువైనది. రక్తకణములకు సంబం ధించిన ల్యూకేమియా అనే కాన్సర్‌వ్యాధి మొదలైన రోగ రుగ్మతల నివారణకు రేడియో ధార్మికత కలిగిన యితర

మూలపదార్థములు ఎంతో సహాయపడుతున్నవి. అర్బుద ధాతువు (Tumor Tissue) లో కేంద్రీకృతమయ్యే రేడియో ధార్మిక భాస్వరము, ఆపరేషన్ చేయడానికి వీలుగా మెదడులో యీ అర్బుదము ఎక్కడఉన్నదీ ఎంత మేరఉన్నదీ తెలుసుకొనడానికి అవకాశం కల్పిస్తూఉన్నది.

రేడియం మాదిరే రేడియో ధార్మిక కోబాల్టు ఐసోటోపునకు తేజఃప్రసారములున్నాయి. రేడియమునకన్నా సులభంగా తక్కువ ధరకు అధిక పరిమాణంలో కృత్రిమంగా దీనిని ఉత్పత్తిచేయవచ్చును. అన్టారియాలోని చాక్ నది వద్దనున్న పరమాణుశక్తి కర్మాగారంలో ప్రప్రథమంగా కెనేడియనులు కాబాల్ట్ ఉద్యోతన బాంబును ఉత్పత్తిచేశారు ఓక్ రిడ్జ్ వారు గూడా యీపద్ధతినే అనుసరించారు. రేడియం చికిత్సా విధానం విశేషంగా ప్రచారంలోకి, అందరికీ అందుబాటులోకే వస్తూన్నది.

రేడియో ధార్మికత కలిగిన మూలపదార్థములతో కాన్సర్ను నివారించగల అద్భుత చికిత్సావిధానం యింకా కనుగొనబడలేదు. దానిని ఆశించవలసినది గూడా లేదు. కంఠగ్రంధికి అయోడిన్తోగల నేస్తం ఒక అతీత విషయం. సర్వసాధారణంగా, కొన్ని కొన్ని అంగాలలోను ధాతువులలోనూ కేంద్రీకృతమయ్యే స్వభావంగల రసాయనముల పదార్థములు, అధికశక్తితో శరీరమంతటా చెల్లా చెదురుగా వ్యాపించి ఉంటాయి. స్థానికంగాఉన్న కాంతిని నాశనము చేయుటకు అవసరమైన ఒక్క డోసుతో, శరీరంలోని మిగతా భాగములకు ప్రమాదం సంభవించే అవకాశం ఉన్నది.

ఐనప్పటికీ మూలపదార్థములతో సాధించడానికి వీలు లేనిదానిని సంయోగపదార్థములచే సాధించవచ్చును. ఆరోగ్యవంతమైన ధాతువులను వదిలి రోగగ్రస్తములైన జీవాణువు (Cells) ల యందు మాత్రమే స్థావర మేర్పరచుకొనునట్టి సంయోగపదార్థము మనకింతవరకూ తెలియదు. ఈ రకమైన సంయోగపదార్థములకై నిరంతర అన్వేషణ జరుగుచున్నది. వీటి ఉనికినిగురించి అనేకవిధములతత్వవేత్తలు ఊహిస్తున్నారు. శాస్త్రజ్ఞులు పదార్థధర్మములను గురించి ఊహించినవిషయములే - ప్రయోగాత్మకములై అద్భుతఫలితాలకు దారితీసినవి. ప్రస్తుత పరమాణు అన్వేషణా కథనంలో యిలాంటి సందర్భాలను అనేకం మనం గుర్తించాము.

సామాన్య మూలపదార్థముల రేడియో ధార్మిక ఐసోటోపులు హఠాత్తుగా అందుబాటు లోకంతో వచ్చిన అనేకఫలితాలలో, రోగనిర్ణయము చికిత్సావిధానములు నూతనమార్గములు త్రొక్కటం అనేది ఒక ముఖ్యఫలితం. సామాన్యమైన శరీరతత్వవిధానమును పరిశీలించుటకు ఐసోటోపులు అత్యవసర పరికరములయ్యాయి. సజీవశరీరంలో వివిధ పదార్థములు ఏ ఏ మార్గముల ప్రయాణిస్తనో, అవి ఎట్టి రసాయనపరివర్తనల చెందుతాయో పరిశీలించడానికి ఐసోటోపులు మార్గదర్శకులు (tracers) అయినవి. రేడియో ధార్మికత స్వల్పంగా కలిగిన కర్బన ఐసోటోప్ - 14, జీవతత్వవేత్తలపాలిట వరప్రసాదమయినది, ఇదేవిధమైన ప్రాణవాయు-నత్రజని ఐసోటోపులుగూడా లభ్యమైతే ఎంత బాగుండునని వారు అనుకొంటూరు. ఈ మూలపదార్థములకు స్థిరమైన

ఐసోటోపులు ఉన్నాయి. పదార్థము (Organic matter) నందు కర్బనము నత్రజని. ప్రాణవాయువులతో పాటు, ఉదజని నాలుగవ ముఖ్యభాగముగా నున్నది. దీనికిగల స్థిరమైన ఐసోటోపునకు తోడు డ్యూటీరియం (H - $_2$), ఒక కృత్రిమ ఐసోటోపు ట్రిటియం (H - $_3$) ఉన్నాయి. కాని C- $_{14}$ వలె ప్రయోగశాలలో ఉపయోగించుటకు యిది సులభంగా యింకా లభ్యం కావటం లేదు.

వైద్యశాస్త్రము, జీవశాస్త్రములకు తోడు పదార్థవిజ్ఞాన శాస్త్రము రసాయనశాస్త్రము ఇంజనీరింగుశాస్త్రములుగూడా రేడియోధార్మిక మార్గదర్శకుల ఉపయోగం సాధ్యమాటవల్ల ఎంతో పురోగమించాయి. ప్రస్తుతం యీ విషయాలను గురించి విపులంగా ముచ్చటించుకునేందుకు మనకు అవకాశంలేదు. ఇలాంటిమార్గదర్శకులు ఏవిధంగా ఉపయోగపడతాయో చిన్న ఉదాహరణద్వారా చెబుతాను. ఒక పైపులైను ఒకరకమైన గాసోలిన్‌గాని లేక నూనెనుగాని ఒక నిర్ణీత సమయంవరకు ప్రవహింపచేస్తోందనీ. ఆ తర్వాత మరోరకం, అటుపైని మరో రకం ప్రవహింపచేస్తోందనీ అనుకుందాము. ప్రతిసారీ ద్రవము యొక్క మూలద్రవ్యములను మార్చి, కొద్దిపరిమాణంలో రేడియో ధార్మిక ఐసోటోపు పదార్థమును దానిలోకి ఎక్కిస్తే అది గమ్యస్థానమునకు చేరటం 'రేడియేషన్ మీటర్'ద్వారా వెల్లడి అవుతుంది. దీనినిబట్టి నూనెను నిలువచేయు గదులు, ద్వారములు వాటంతట అవి తెరచుకోడానికి మూసుకోవడానికి అవకాశంకలుగుతోంది.

1947 జులై మొదలు, అమెరికాలోని ఓక్ రిడ్జ్ వద్దనున్న పరమాణుశక్తి కర్మాగారము వైద్యులకు, శాస్త్రజ్ఞులకు, వరి శ్రమదారులకు రేడియోధార్మిక ఐసోటోపులను వెలకు అమ్మటం ప్రారంభించినది. అమ్మకం విపరీతంగా పెరిగిపోతుంది. దీనితో బాటు కెనడా, ఫ్రెంచి, బ్రిటిష్ పరమాణుశక్తి కర్మాగారంలో జేరాయి. రష్యాలో గూడా యీ ఐసోటోపులు అందుబాటులోనున్నట్లు వార్తలవల్ల తెలియవస్తోంది.

వర్తమాన విజ్ఞానయాత్రను యిక్కడితో ముగించి తిరిగి మన కథాక్రమంలోకి నడుద్దాం పదండి.

5. న్యూట్రాన్ శక్తివంత మవౌతున్నది

కేంద్రక నిర్మాణమును అన్వేషించడానికి, న్యూట్రాన్ అతిశక్తివంతమైన కణముగా ఉపయోగింప బడుతుంది. వివిధము లైన మూలపదార్థములమీద ప్రోటానులు, డ్యూటిరానులు, ఆల్ఫాకణములు ఏవిధంగా చర్యలుజరిపేదీ యిదివరలో వర్ణింప బడింది. ఇవన్నీగూడా ధనవిద్యుత్ ప్రేరణకల్గిన కణములే ప్రోటాను అనేది సామాన్య ఉదజనియొక్క కేంద్రకము, డ్యూటిరాన్ గురూదజని కేంద్రకము, ఆల్ఫాకణము హీలియము కేంద్రకము. ఈ కణములన్నీ ధనవిద్యుత్ ప్రేరితములైన కారణంచేత, ఆయా మూలపదార్థములవైపు పయనించినప్పుడు వాటి కేంద్రకములచే వికర్షితములవుతాయి. ఇతర కేంద్ర కాలతో ఢీకొని లోనికి జొరబడవలనంటే యివి ఎంతో వేగంతో ప్రయాణించవలసి ఉంటుంది. చాలా సంవత్సరాలవరకూ వీటి వేగమును గురించి శాస్త్రజ్ఞులు అలమటించి పోయారు.

కాంతితో సమాన వేగం యీకణములకు కల్పించడానికి వీలుగా శక్తివంతములైన సాధనలను కనుగొనడానికి ప్రయత్నాలు ప్రారంభమైనవి.

ప్రోటానులకు ఉన్నంత ద్రవ్యరాసే న్యూట్రానులకూ ఉన్నది; కాని ప్రేరణ అన్నది లేదు. కాబట్టి పరమాణువుల వైపు వెళ్ళునప్పుడు వాటి ధనవిద్యుత్ కేంద్రకములచే యివి వికర్షింపబడవు, వాటిని సులభంగా జేసుకొనగలవు. 1932లో ఛాడ్విక్ చే న్యూట్రానులు కనుగొనబడిన వెంటనే రోమ్‌లో ఎన్‌రికో ఫెర్మి వీటిని అస్త్రములుగా కేంద్రక కుహరములోనికి పంపించటం ప్రారంభించాడు. ఫెర్మి, అతని అనుచరులూ రోమ్‌లో యీవిధమైన ప్రయోగ కార్యకలాపములు కొనసాగిస్తూఉండగా, న్యూయార్కులోని కొలంబియా విశ్వవిద్యాలయమునందు జార్జ్ B. పెగ్రామ్, జాన్ R. డన్నింగులుకూడా అదేవిధమైన పరిశీలనలు ప్రారంభించారు.

దీనివల్ల లభించిన ఫలితాలు యిదివరలో వర్ణించియున్న రెండు రకములకూ విబేధంగాలేవు. ఇతర పరమాణువుల నుంచి కొత్త పరమాణువులు రూపొందినవి. అనేక మూల పదార్థముల రేడియో ధార్మిక ఐసోటోపులు ఉత్పత్తి అయినవి. ఈ ప్రయోగ పరిశీలనములలో న్యూట్రానుల వేగమునకు సంబంధించిన విషయము అతిముఖ్యమైనది. ఇతర కణములను అధిక వేగములలో ఉపయోగించేవారు, అదేవిధంగా మొదటిసారి న్యూట్రానులను ఉపయోగించినప్పుడు వాటికి గూడా అధిక వేగమును కల్పించారు. ఈ విధంగా చేయటం అనవసరమనీ యిది సరియైన పద్ధతికాదనీ త్వరలోనే గుర్తించ

బడినది. వేగాధిక్యత కలిగిన న్యూట్రానులకన్నా వేగము తక్కువైన న్యూట్రానులే అధికశక్తి సంపన్నములని నిర్ధారణ అయినది. యదార్థమునకు, వాయువునందు రేన్‌డం కదలికలను బోలిన స్వల్పవేగముగల న్యూట్రానులే అతిశక్తివంతము లైనవి అని తెలిసిపోయింది.

ఆ విధమైన మందగమన న్యూట్రానులు అతిసులభముగా కేంద్రకమును జొచ్చుకొనిపోగలవు. కేంద్రకమూ న్యూట్రానుల సమ్మేళనం గనక స్థిరమై, న్యూట్రాన్ కేంద్రకమునందు ఉండిపోతే, అసలు మూలపదార్థముయొక్క నూతన ఐసోటోపు ఒకటి రూపొందుతుంది. కేంద్రకము న్యూట్రానుల సమ్మేళన ఏర్పాటు గనక అస్థిరమైతే, అది విచ్ఛిన్నమై పోజిట్రానులు లేక ఎలక్ట్రానులను గామాకిరణాలను విడుదల చేసి, వేరొక మూలపదార్థపు స్థిరమైన ఐసోటోపుగా రూపొందుతుంది; లేదా రేడియో ధార్మికత కలిగిన మూలపదార్థం ఉత్పత్తి అయి, అది పోజిట్రానులు లేక ఎలక్ట్రానులను, గామాకిరణాలనూ విడుదలచేస్తుంది.

న్యూట్రానులు ఎంత మందగమనంగలవైతే యీ కార్యకలాపములకు అంత మంచిది. కర్బనము ఉదజని కలిగి, మితకారులు (Moderators) అని పిలువబడే పేరఫిన్‌లాటి పదార్థములద్వారా న్యూట్రానులను గనుక వెళ్ళనిస్తే వాటి గమనవేగం తగ్గుతుంది. ఈ మితకారులను మళ్ళీ తర్వాత మనం కలుసుకుంటాము. న్యూట్రానులు, ఉదజని పరమాణువునందలి ప్రోటానులను తరుచు ఢీకొనటంవల్లా, లేదా యితర మితకారుల స్థిర కేంద్రకాలను గుద్దుకొనడంవల్లా వాటి వేగతీవ్రత

తగ్గుతుంది. ఈ సంఘర్షణలో న్యూట్రానుల శక్తి క్రమంగా క్షీణిస్తుంది.

మందగమన న్యూట్రానులతో అనేక ప్రయోగ పరిశీలనలు జరిగినవి. కాని మన కథాసందర్భము, న్యూట్రానులకూ భారమైన మూలపదార్థములుకూగల బాంధవ్యమునుమాత్రమే వర్ణిస్తుంది. మూలపదార్థావర్తనపట్టిక చివరనున్నది యురేనియం అనెడు అతి బరువైన సహజ మూలపదార్థము. ఇంతకన్నా బరువైన మూలపదార్థములను కృత్రిమంగా ఉత్పత్తి చేయవచ్చునా? మందగమనవేగము గల న్యూట్రానులు యురేనియమును గనుక చుట్టుముట్టినట్లయితే, కొన్ని న్యూట్రానులు కేంద్రకములోపలికి చొచ్చుకొని అక్కడ స్థిరపడవచ్చును అని ఫెర్మీపండితుని వాదన. ప్రేరణలందు స్వల్పమైన మార్పుతో, ఒక పోజట్రాన్ లేక ఒక ఎలక్ట్రాన్ లేదా ఒక చిన్న ఖండం(Fragment) విడుదలతో యురేనియమునకన్నా బరువైన మూలపదార్థము ఉత్పత్తి అయేందుకు అవకాశం ఉన్నది. ఉత్పత్తి అవడానికి అవకాశమున్న యీ మూలపదార్థములను- యురేనియాంతర (transuranic) మూలపదార్థములని అంటారు,

ఈ విషయంలో ఫెర్మీపండితుడు గావించిన ప్రయోగములు ఆశాజనకంగా ఉన్నవి. యురేనియమునుంచి ఎలక్ట్రానులు విడుదల అయినవి. కాని మొత్తముమీద ఫలితములు సుబోధకము కాలేదు. ఇతరులు అనేక రకములైన ప్రయోగములుచేశారు కాని ఫలితాలుమాత్రం సంశయాస్పదములు

గానే ఉన్నాయి. ఈ ప్రయోగఫలితముల అంతరార్థమును గ్రహించడానికి అయిదు సంవత్సరాలు పట్టింది.

విజ్ఞానశాస్త్ర చరిత్రలో యిలాంటి జాప్యంలో క్రొత్త ఏమీకాదు. ఇదిజరిగినది 1934 లో, అప్పటి ప్రపంచ పరిస్థితులుగూడా యీ జాప్యమునకు కారణభూతములైఉంటాయి. మొదట జర్మనీ తర్వాత ఆస్ట్రియా ఆతర్వాత ఇటలీ, చాలమంది శాస్త్రవేత్తలకు నివాస యోగ్యములు కాకుండా పోయినవి, ఇతర దేశాలలో తలదాచుకునే స్థావరాలను వారు వెదుక్కోవలసి వచ్చింది. బలవంతంగా వలస పోవటం అనేది సృజానాత్మకశక్తికి దోహదకారి కాజాలదు. ముఖ్యంగా కావలసిన మానసికమైన శాంతి, 1939 వ సంవత్సరమునకల్లా అమెరికా ఇంగ్లాండ్, ఫ్రాన్స్, డెన్మార్క్ దేశాలు అంతర్జాతీయ ఖ్యాతిగాంచిన పదార్థవిజ్ఞాన తత్వవేత్తల నివాసస్థానములైనవి.

— —

VI

పరమాణు బాంబులు సాధ్యమైనవి

1. యురేనియమ్ పరమాణువు విచ్ఛేదమౌతుంది.

యురేనియమ్ – న్యూట్రాన్ ప్రయోగములు అర్థము చేసుకొనుటకు వీలైన ప్రథమకీలకము 1939 జనేవరిలో కనుగొనబడినది. జర్మనీలో అట్టోహాహన్ S. స్ట్రాస్‌మన్ అను తత్వవేత్తలు. యురేనియముమీద మందగతి న్యూట్రానుల చర్యఫలితంగా ఏర్పడే పదార్థములను రసాయనికంగా పరిశీలించారు. ఆ పదార్థములయందు బేరియం ఉండటంచూచి వారు ఆశ్చర్య చకితులయ్యారు.

యురేనియము కేంద్రకములో 92 ప్రోటానులూ 146 న్యూట్రానులూ ఉన్నవనే విషయం జ్ఞాపకం చేసుకోండి. బేరియం అనగా $_{56}Ba^{138}$ కాబట్టి దీని కేంద్రకములో 56 ప్రోటానులూ 82 న్యూట్రానులూ మాత్రము ఉన్నవి. మూలపదార్థావర్తన పట్టికయందు బేరియము, యురేనియమునకు ఎంతో దూరమునఉన్నది కాబట్టి యురేనియంమీద న్యూట్రాన్ చర్య ఫలితంగా యిది ఉత్పత్తి అవటం అంత సమంజసమైనట్లు కన్పించదు. పూర్వానుభవమునుపట్టి, యీ చర్య ఫలితంగా ఒక చిన్న యురేనియం ఖండము, లేదా ఒక

ఎలక్ట్రాన్ లేక పోజిట్రాన్, యురేనియం పరమాణుభారము నకు దగ్గరలోనున్న మరొక మూలపదార్థ స్వరూపముగాని విడుదలకావాలని మనం ఆశిస్తాము. అయితే బేరియం ఇక్కడ చేస్తున్న రాచకార్యం ఏమిటి?

జర్మనీ దేశంనుంచి శరణార్థులుగా వచ్చి కోపెన్‌హేగన్ లోనూ స్టాక్‌హోమ్‌లోనూ స్థావరాలు ఏర్పరుచుకొన్న O. R. ఫ్రిషే, లిజేమైట్‌నెర్ అనే తత్వవేత్తలు – యురేనియం – న్యూట్రాన్ విక్రియా ప్రయోగములకు పని ప్రారంభించారు. లిజేమైట్‌నెర్ తన ధీశక్తినంతా దీనియందే కేంద్రీకరించగా ఆమెకు విప్లవాత్మకమైన ఉద్దేశ్యం ఒకటి కలిగింది. యురేనియమ్ ఒక న్యూట్రానును పీల్చుకున్నప్పుడు బహుశః అది రెండు భాగాలుగా పగలవచ్చును. అట్లా అయితే బేరియం ఉనికికి కారణం దొరుకుతుంది. మేనల్లుడూ సహచరుడూ అయిన ఫ్రిషేకి ఆమె తన అభిప్రాయమును తెలియజేసినది. ప్రఖ్యాతపదార్థతత్వవేత్తా,కోపెన్‌హేగన్‌లోనిప్రయోగశాలా అధిపతీ అయిన నియెల్స్ బొహిర్‌తో యీ విషయాన్ని గురించి వారు యిరువురూ ముచ్చటించారు. ఐన్‌స్టీన్‌ని కలిసి కొన్ని సిద్ధాంత సమస్యలు (Theoretical Problems) చర్చించడానికిగాను ఆయన అప్పుడే ప్రిన్స్‌టన్ వెళ్ళబోతున్నారు. అక్కడికి చేరినతోటే మైట్‌నర్ సూచనను ప్రిన్స్‌టన్‌లోనూ కొలంబియాలోనూఉన్న తన మిత్రులకు తెలియచేశారు.

ఈ వార్త ప్రభావం వెంటనే అన్నివైపులా ప్రాకింది. జీవపదార్థ తత్వవేత్తగా కొలంబియాలోని పదార్థవిజ్ఞానశాస్త్ర భవనమునందు ప్రయోగశాలలో నేను పరిశీలనలు జరుపుతూ

వున్నాను. ఆ సమయంలో అక్కడ పనిచేస్తూవున్న కేంద్రక పదార్థ తత్వవేత్తలతో నాకు కొంత సంబంధం ఉన్నది. లిజేమైట్‌నర్ సూచనలో ఎంత ప్రభావం ఉన్నదో తెలుసుకున్న నాకు ఆశ్చర్యం కలిగింది. బోహిర్ ఆగమనం తర్వాత కొన్నివారాలపర్యంతం ప్రయోగశాలయందు ఎక్కడచూచినా అమిత ఆవేశము వ్యక్తమైనది. అంతులేని ఆలోచనలూ లెక్కలేనన్ని ప్రయోగ పరిశీలనలు కొనసాగాయి. ప్రతిఒక్కరూ నిద్రాహారాలు ఎరుగకుండా తదేకదీక్షతో కార్యరంగంలో దూకారు.

యురేనియం ఒక న్యూట్రానును పీల్చుకున్నప్పుడు అది రెండు సమానభాగాలుగా పగులుతుందనేకదా మైట్‌నర్ సూచన. అయితే యీ హడావుడి అంతా ఎందుకు ?

యురేనియమునకు 92 ప్రోటానులు ఉన్నాయి. అది విచ్ఛేదమైనప్పుడు బేరియం రూపొందుతుంది. బేరియమునకు 56 ప్రోటానులు ఉన్నాయి ; అది రెండవఖండమునకు 36 ప్రోటానులను విడిచిపెడుతుంది. మూలపదార్థావర్తన పట్టిక యందు 36 సంఖ్యనుచూడండి; అది క్రిప్టాన్. ఇప్పుడు బేరియం క్రిప్టాన్‌లను, సంపుటీకరణకారణాంక బొమ్మయందు చూడండి. (15 వ చిత్రం) అత్యధికసంపుటీకరణ కారణాంకములు కలిగిన మూలపదార్థములలో అవి ఉన్నవి. అంటే దీనిఅర్థం : యురేనియమునుంచి అవి రూపొందినపుడు, మొదటనున్న ద్రవ్యరాసి కన్నాచివరనున్న ద్రవ్యరాసి తక్కువగా ఉంటుంది; ద్రవ్యరాసి చక్కగా పరివర్తనచెందుటకు తెలియజేసే ఐన్‌స్టీన్ సమీకరణమునుసరించి భారీఎత్తున శక్తివిడుదల అవుతుంది.

ఏదిఏమైనా యిదేమీ కొత్తకథమాత్రం కాదు ఆవేశానికి కారణం ఏమీ కన్పించదు. ఉదాహరణకు: లిథియం ఒక ప్రోటానును పీల్చుకొన్నప్పుడు విచ్ఛేదనమువల్ల రెండు హీలియం పరమాణువులుగా పగిలి, సంపుటీకరణ కారణాంక లెక్కకు తేలిన ద్రవ్యరాసి తరుగుదలకారణంగా విపరీతమైనశక్తిని విడుదలచేస్తుంది అని మనకు తెలుసు. అంతే గాకుండా, యిలాంటిశక్తి విడుదలరూపాంతరములనుగురించి పరిశీలనలు జరిగినవనీ, పరిస్థితి అంతా సుబోధకమైనదేననీ మనకు తెలుసును. విడుదల అయ్యేశక్తి ఎంతో అధికమైనదే కాని సాంకేతిక కార్యకలాపములకు యిది అక్కరకు రాదు. ఈ సాంకేతిక కార్యకలాపములు అవిరామంగా కొనసాగవలె

92⊕ 146○ + ○ → 56⊕ 82○ + 36⊕ 47○ + 18○

18 వ పటము

నంటే దీనికి ఆవసరమైన ప్రోటానులనూ న్యూట్రానులనూ సరఫరాచేయుటకు, విక్రియద్వారా లభించేదానికన్నా అధికంగా శక్తిని వెచ్చించవలసి ఉంటుంది. ప్రోటానులనూ, న్యూట్రానులనూ ఏక్షణాన్న సరఫరాచేయటం ఆపివేస్తారో ఆ క్షణాన్నే కార్యకలాపంగూడా స్థంభించిపోతుంది

అయితే శాస్త్రపరిశోధకుల ఆవేశమునకు కారణం ఎక్కడఉన్నదో తెలుసుకుందాము. 18వ చిత్రపటంచూడండి. యురేనియం–238 కి 146 న్యూట్రానులు ఉన్నవి. విచ్ఛేదనకు కారణభూతమైన ఆ ఒక్క న్యూట్రానునూ, దీనికి కలపండి.

బేరియం 138కి 82, క్రిప్టాన్ 83కి 47 కలుపుతే 129 న్యూట్రా నులు. ఇకపోతే మిగిలిన 18 న్యూట్రానులకి లెక్క తేల్చవలసి ఉన్నది. జీటా కిరణాల విడుదలవల్ల, వీనిలో కొన్ని న్యూట్రా నులు ప్రోటానులుగా మారినప్పటికీ యింకా అనేక న్యూట్రా నులు స్వేచ్ఛగా ఉండిపోయేందుకు అవకాశంఉన్నది. స్వేచ్ఛా న్యూట్రానులను కనుక్కోవటమే యీ ఆవేశమునకు కారణము

యురేనియం ఒక న్యూట్రానును లోగొన్నప్పుడు రెండుగా పగిలి బేరియం క్రిప్టాన్‌లనిచ్చి, విపరీతమైన శక్తినీ న్యూట్రానులనూ విడుదలచేస్తుంది. విడుదల అయిన న్యూట్రా నులు మరొక యురేనియం పరమాణువుచే పీల్చబడి, బేరియం క్రిప్టానులుగా పగిలి, మరల శక్తినీ న్యూట్రానులనూ విడుదల చేస్తూ ఉండవచ్చును. ఈ విధంగా విచ్ఛేదన కారణంగా విప రీతమైన శక్తి విడుదల అవటమేగాకుండా అనుక్రమ విక్రియ (Chain reaction) గా యీ కార్యకలాపం కొనసాగిపోవుటకు, న్యూట్రానులుగూడా విడుదల అవుతవి. విక్రియాంతమునందు యురేనియం అంతా బేరియం క్రిప్టానులుగా మారిపోతుంది. సిసలైన ఒక్కన్యూట్రాన్ ప్రారంభ చర్యమూలంగా యురే నియం పరమాణు అనుక్రమ విచ్ఛేదనమునకు మార్గమేర్పడి విపరీతమైన శక్తి విడుదలఅవుతుంది. పరమాణుశక్తిని భారీ ఎత్తున విడుదలచేయుటకు అవకాశం ఉన్నదనే అంశ స్థిరపడినది.

మైట్‌నర్ సూచన ఎంతవరకూ సత్యంఅనేది ప్రప్రథ మంగా నిర్ణయించవలసి ఉన్నది. ఒక న్యూట్రానును పీల్చి కొన్న యురేనియం పరమాణువు నిజంగా రెండు భాగాలుగా విచ్ఛేదమైతే, ఆముక్కలు విపరీతమైన శక్తితో దూరదూరంగా

ఎగిరిపోతాయి. శక్తియొక్క యీభార స్పందనలు (heavy-pulses, సులభంగా గుర్తించవచ్చును. షిషే, యీస్పందనల కోసం పరిశీలనజరిపి వెంటనే కనుగొన్నాడు. కొద్దిరోజులలోనే స్వదేశవిదేశములలో ఈప్రయోగమును జరుపుతున్న వారందరూ ఈ విషయాన్ని ధృవపరచారు. యురేనియం విచ్ఛేదన యధార్థసత్యమని ఋజువైనది.

అయితే, విచ్ఛేదన సమయంలో న్యూట్రానులు నిజంగా విడుదల అవుతున్నవా అనే విషయం పరిశీలించవలసిఉన్నది. విచ్ఛేదన సమయంలో న్యూట్రానులు విడుదల కావచ్చుననే అభిప్రాయం, ఫ్రాన్స్‌లో జోలియట్‌కీ, కొలంబియా విశ్వవిద్యాలయ తత్వవేత్తలు ఫెర్మి, స్జిలార్డ్‌లకు తట్టింది. తమ సహచరులతో కలిసి యీ విషయం నిజమైనదీ లేనిదీ తెలుసుకునేందుకు ప్రయోగములు ప్రారంభించారు. 1939 మార్చి 8వ తేదీన H. వాన్‌హాల్‌బన్, F. జోలియట్, L. కోవార్‌స్కీలు తమ నివేదికలు ప్రచురణార్థం పంపించారు. 1939 మార్చి 16వ తేదీన H. L. ఆండర్‌సన్, E. ఫెర్మి, H. హాన్‌స్టెన్, L. స్జిలార్డ్, W. H. జిన్‌లు తమ ప్రయోగ సమాచారమును పత్రికలకు ప్రచురణకోసం పంపించారు. వివిధప్రయోగములద్వారా - యురేనియం విచ్ఛిన్నమయ్యే సమయంలో న్యూట్రానులు విడుదల అవుతాయని నిర్ధారణ అయింది. పరమాణుశక్తి,కనుచూపు మేరలోకి వచ్చేసినట్లుగా అనిపించింది.

2. ఏ యురేనియం ఐసోటోపు విచ్ఛేదన చెందుతుంది?

యూరేనియం విచ్ఛేదన న్యూట్రానుల విడుదల-ప్రయోగ ప్రదర్శనితో ప్రపంచంలో అనేకప్రాంతములయందు శాస్త్రవేత్తలు కొన్ని నెలలవరకు ఎడతెగని కార్యకలాపములో నిమగ్నులైపోయారు. 1939 డిసెంబర్ మాసము నందు L. A. టర్నర్ పండితుడు, ఆ సంవత్సరములో విచ్ఛేదనను గురించి జరిగిన ప్రయోగపరిశీలనలను సమీక్షచేస్తూ 'రివ్యూ ఆఫ్ మోడరన్ ఫిజిక్స్' అనే పత్రికలో వందపేజీలు వ్యాసం వ్రాశాడు. మరి రెండు మూలపదార్థములు : థోరియం, ప్రోటో ఆక్టీనియం అనేవికూడా విచ్ఛేదన పదార్థములుగా కనుగొనబడినవి. అయితే, మందగతి న్యూట్రానులతో యురేనియం అద్భుతంగాపనిచేస్తుంది. కాని ఈరెండింటికిమాత్రం వేగగతి న్యూట్రానులు కావాలి. ఈ మూడు మూలపదార్థములు సమానపరిమాణం గల ముక్కలుగా విచ్ఛేదన చెందుతవి; మూలపదార్థావర్తన పట్టికయందు మధ్యనున్న మూలపదార్థముల ఐసోటోపులుగా ఈముక్కలు మారిపోయాయి. ఈమూలపదార్థములు 34 వ సంఖ్య (సెలేనియం) మొదలు 57 వ సంఖ్య (లంథానమ్) వరకు ఉంటవి; వాటి సంపుటీకరణ కారణాంకములు పెద్దవి. కాబట్టి విచ్ఛేదనసమయంలో విపరీతమైనశక్తి విడుదల అవుతుంది. ఈ ముక్కలలో చాలవరకు రేడియోధార్మికశక్తి కలిగినవి, కాబట్టి అస్థిరస్వభావం కలవి; అవి స్థిర

పడేటంతవరకూ ఎలక్ట్రానులనూ గామాకిరణములనూ విడుదల చేస్తూనే ఉంటాయి.

యురేనియం విచ్ఛేదన విషయంలో మాత్రం ఏర్పడే ముక్కలు సరిసమానమైనవి కావు. వాటి పరమాణు ద్రవ్యరాసులు 140, 90 ఉంటవి. బేరియం క్రిప్టాన్‌లకుతోడు రేడియో ధార్మికత కలిగిన అనేక యితర ఐసోటోపులు ఉత్పత్తి అవుతవి. ఇవన్నీ గామాకిరణాలను విడుదలచేస్తవి. 1939 లో కనుగొన్న యురేనియం విచ్ఛేదన విషయాలలో ముఖ్యమైనది - యురేనియం ఐసోటోపులకు సంబంధించినవి. యురేనియమునకు సహజసిద్ధమైన మూడు ఐసోటోపులు ఉన్నాయి. పరిశుద్ధ యురేనియం పదార్థములో నూటికి 93.3 పాళ్ళు పదార్థం ${}_{92}U^{238}$ ఉన్నది. దీనినే క్లుప్తపరచి U-238 అని వ్రాస్తారు. పరమాణుభారము 235 కలిగిన తేలిక ఐసోటోపు ఒకటి అతిస్వల్పంగా నూటికి 0.7 భాగాలు ఉన్నది. ఇది ${}_{92}U^{235}$ - దీనినే క్లుప్తంగా U-235 అంటారు. ఇంతకన్న తేలికయైన మరొక ఐసోటోపుఉంది. మొత్తం పదార్థములో అసలు ఉన్నదా లేదా అన్నంత సూక్ష్మపరిమాణంలో నూటికి 0.006 వంతులు ఉంటుంది. ఇది ${}_{92}U^{234}$ అయితే యీ యురేనియం ఐసోటోపులన్నీకూడా విచ్ఛేదన చెందుతాయా? అని ప్రశ్న.

ఈ ప్రశ్నకు సమాధానం చెప్పవలనంటే ముందుగా యురేనియం ఐసోటోపులు మూడింటినీ దేనికది వేరుపరచి అవి విడివిడిగా విచ్ఛేదన చెందేదీలేనిదీ పరీక్షించాలి. ఐసోటోపులను వేరుపర్చటంఅనేది అంత సులభసాధ్యమైన కార్యం

కాదని మనకి తెలుసును. అంతేగాకుండా U- 238, U- 235, U- 234 ఐసోటోపుల ద్రవ్యరాసులందు గల తేడా అత్యంత స్వల్పం. ఈతేడా అయినా మహా ఉంటే, నూటికి 1 వంతు కన్నా ఉండదు. ఇకపోతే, యీ పరీక్షలను జరపడానికి పదార్థం అధికంగా అవుసరంలేదు. ఇదివరలో థాంసన్, ఏస్టన్ పండితులు ఐసోటోపుల ఉనికిని గురించి ప్రయోగములద్వారా ప్రదర్శించి ఉన్నారు. వారి విధానానికి కొద్దిమార్పులు చేసి A. అనియెర్ పండితుడు ఐసోటోపులను వేరుచేయగలిగాడు.

మాస్ స్పెక్ట్రోగ్రాఫ్‌నందు యురేనియం, గైస్లెయిర్ నాళికయందువలెనే ధనవిద్యుత్ అయనముల ప్రవాహముగా మార్చబడినది. కాథోడ్‌నందు గల రంధ్రములద్వారా యీ ప్రవాహమును పోనిచ్చి, అయసాంత క్షేత్రప్రభావంవలన వంపుతిప్పబడింది. తేలికఐసోటోపు ఎక్కువగా వంగుతుంది. 13 వ చిత్రంలో చూపినవిధంగా మిగతా రెండు ఐసోటోపులు ఛాయాచిత్ర ఫలకంమీాద రెండు వేర్వేరుస్థలములను తాకుతాయి. ఇదివరలో థాంసన్, ఏస్టన్‌పండితులు కిరణమును ఛాయాచిత్రఫలకంమీాద పడునట్లుచేశారు. ఇప్పుడు నియెర్ ఆవిధంగా చేయలేదు. కిరణములు. ఉపరిభాగముమీాద కూడగట్టుకునేటట్లు చేశాడు. ఐసోటోపు మచ్చలను దేని కది విడివిడిగా న్యూట్రానులతో పరీక్షించి ఫలితాలను పరిశీలించాడు. దీనినిబట్టి తెలిసినవిషయం ఏమంటే – యీ మూడు ఐసోటోపులలోను U - 235 మాత్రం విచ్ఛేదనమైనట్లు తేలింది. యురేనియం-238 న్యూట్రానును పట్టుకొన్నది కాని విచ్ఛేదన

చెందలేదు. కేంద్రీకరణశక్తి అత్యల్పమైనది కావున యురేని యం-234 రంగంలో ప్రవేశింపదు.

తర్వాత జరిగిన పరిశీలనవల్ల U-235 వేగగతి గల న్యూట్రానులకన్న మందగతి న్యూట్రానులనే సులభంగా బంధించగలదని తెలిసినది. కాబట్టి విచ్ఛేదన కార్యకలాపము నకు మందగతి న్యూట్రానులు ఉత్తమమైనవి. U-238, వేగ గతి (fast) న్యూట్రానులను సులభంగా బంధిస్తుంది, కాని విచ్ఛేదన చెందదు.

ఈ సమాచారము పరమాణుశక్తివిడుదలకు ఉత్తమ శకునంగా భావించేందుకు వీలులేదు. విచ్ఛేదన చెందడానికి యురేనియం-235 కి మందగతి న్యూట్రానులు కావాలి. U-235 విచ్ఛేదన చెందినపుడు వేగగతి న్యూట్రానులను విడుదలచేస్తుంది. యురేనియం-238 వేగగతి న్యూట్రానులను బంధించగలిగినప్పటికీ విచ్ఛేదన చెందదు. అనుక్రమ విక్రియ (Chain reaction) నిరాఘాటంగా కొనసాగవలనంటే U-235 విడుదలచేసిన న్యూట్రానులలో ఒక్కదానినైనా U-235 కేంద్రకముపట్టి బంధించాలి. కాని విడుదల అయిన వేగగతి న్యూట్రానులను అతిసులభంగా U-238 పట్టి బంధిస్తుందే కాని విచ్ఛేదనమాత్రం చెందదు. అంతే గాకుండా సహజమైన యురేనియమునందు U-కన్నా 140 రెట్లు అధికంగా U-238 ఉన్నది. U-235 విచ్ఛేదన చెందినప్పుడు విడుదల అయ్యే న్యూట్రానులలో ఒక్కటికూడా U-235 కేంద్రకమును చేర నివ్వకుండా U-238 కబళించివేస్తుంది. అనుక్రమ విక్రియ

ఖ్రానసాగడానికి U-235 కేంద్రకానికి ఒక్క న్యూట్రానుగూడా లభ్యం కాకపోవడంతో అది విఫలమైపోతుంది.

ఈ క్లిష్ట పరిస్థితినుంచి బయటపడటానికి మార్గం లేక పోలేదు: ఐసోటోపులను దేనికది వేరుచేయాలి. అప్పుడు పరిశుద్ధమైన U-235 లభిస్తుంది. ఈ పరిశుద్ధ U-235 విచ్ఛేదన చెందినపుడు విడుదలఅయ్యే న్యూట్రానులు, U-238 బాదర బందీ ఏమీలేకుండా U-235 చే బంధింపబడే అవకాశం ఏర్పడుతుంది. అనుక్రమ విక్రియా కార్యకలాపంగూడా నిరాఘాటగా కొనసాగిపోయే వీలు కలుగుతుంది. అయితే యిది మనం అనుకుంటున్నంత సులభమైన మార్గముమాత్రం కాదు. ఐసోటోపుల విభజన కార్యక్రమం ఎంత క్లిష్టతరమైనదో మనం యిదివరకే తెలుసుకున్నాము: నియాన్ 20, నియాన్ 22–విడదీయుటకు ఏస్టన్ పండితుని ప్రయత్నములు, యూరే పండితుని ఉదజని–డ్యూటెరియం ప్రాణవాయువు 18– ప్రాణవాయువు–16 విభజనా ప్రయత్న విజయము మనం తెలుసుకుని ఉన్నాము. U-235 U-238 ల ద్రవ్యరాసులయందు గల నూటికి 1 వంతు తేడానుబట్టి ఐసోటోపు విభజన అతికష్టసాధ్యమైనది. దీనినిబట్టి అనుక్రమ విక్రియద్వారా పరమాణుశక్తి లభిస్తుందనే ఆశకు తావు ఏర్పడుతున్నదేకాని అది సాధ్యం అయ్యేట్లు మాత్రం కన్పించటంలేదు.

3. కొత్తగా ఉత్పత్తి అయిన పరమాణువులు: వాటివిచ్ఛేదన.

U-238 ఐసోటోపు గతివేగన్యూట్రానులను పట్టి బంధిస్తుందేగాని విచ్ఛేదనచెందదు. అది చేసేదేమిటి? ఎవరికీ యిదమిద్ధంగా తెలియదు. కాని సాక్ష్యాలనుబట్టీ సిద్ధాంతాలనుబట్టీ చూస్తే, చిన్నచిన్న ముక్కలు (Fragments) విడుదల అవుతూ ఉండవచ్చునని తోస్తుంది. బోహెర్ రూపొందించిన సిద్ధాంతీకరణ అభిప్రాయము (Theoritical Ideas) ల ద్వారా ఏమిజరిగేందుకు అవకాశం ఉన్నదో మనం తెలుసుకొనవచ్చును.

ఈ ఊహాలను పరిశీలించటం అత్యావసరం. బొహెర్ పండితుని కాలానికి కేంద్రక నిర్మాణ సిద్ధాంతము పరిపుష్టి చెందినదికాదనీ బహుపరిమిత (Limited) మైనదనీ మనం ఒప్పుకోవాలి. ఈ దృష్ట్యా, అప్పుడు చెప్పిన జోస్యములన్నీ శాస్త్రబద్ధము లనడానికి వీలులేదు. అయితే విచిత్రం ఏమంటె యీవిషయమును గురించిన అప్పటి ఊహాజనిత సిద్ధాంతము యిప్పుడు యదార్ధమైనది.

U-238 ఒక న్యూట్రానును పట్టి బంధించి నప్పుడు ఏం జరగవచ్చును? కేంద్రకము గనుక ఒక న్యూట్రానును పట్టి బంధించి ఉన్నట్లయితే ఒక క్రొత్త ఐసోటోప్ U-239 ఉత్పత్తి కావాలి. ఎందువల్లనంటే, కేంద్రకద్రవ్యరాసికి యీ న్యూట్రాను తనంత భారముగల ద్రవ్యమును జోడిస్తున్నది.

అందువల్ల పరమాణుభారము 238 నుంచి 239 కి పెరుగు తున్నది. ఇది మొదటి మెట్టు. దీనిని యీ విధంగా వ్రాయ వచ్చును.



$$_{92}U^{238}+_{0}N^{1}=_{92}U^{239}$$

ప్రేరణలకోసం ఎడమవైపు సంఖ్యలను, ద్రవ్యరాసికోసం కుడి వైపు సంఖ్యలను కలపండి.

సిద్ధాంత ప్రకారం—ఇది అనేక న్యూట్రానులు కలిగిన అస్థిరవిధానం అని అనవచ్చును. కాబట్టి ప్రేరణలయందు ద్రవ్యరాసులయందు క్రమమునందు మార్పుకలిగి కేంద్రకము ఒక ఎలక్ట్రానును విడుదల చేస్తుంది. కేంద్రకమునుంచి ఒక ఋణవిద్యుత్ ప్రేరణ గనక విడుదల అయితే, ధనవిద్యుదా వేశము గల్గిన ప్రోటానుగా మారుటకు ఒక ఎలక్ట్రానును న్యూట్రాను గనుక విడుదల చేస్తే, యిది బయటకు వచ్చి వేస్తుంది. దీని ఫలితంగా కేంద్రకమునందు 1 న్యూట్రానును తగ్గుతుంది. కాని U - 238 కన్నా అధికంగా ఒక ప్రోటాను ఉంటుంది. యురేనియమునకు 92 ప్రోటానులు ఉంటాయి. ఈ కొత్త కేంద్రకమునందు మొత్తం 93 ప్రోటానులు ఉన్నాయి. 93 ప్రోటానులు కలిగియున్న మూలపదార్థము యురేనియ మునకన్నా విభిన్నమైన మూలపదార్థం అయితీరాలి. మూల పదార్థావర్తన పట్టికలో తర్వాతి స్థానమును ఆక్రమించాలి.

ఈ నూతన మూలపదార్థమును నెప్ట్యూనియం అంటారు. గుర్తు Np. నెప్ట్యూన్‌గ్రహాన్నిబట్టి దీనికి ఆపేరు వచ్చింది. యురేనియమునకుగూడా యురనస్ గ్రహాన్నిబట్టి పేరు వచ్చింది. ఆ గ్రహాల తీరులోనే, యివిగూడా ముందు

వెనుకలుగా వుంటాయి. 1934 ప్రారంభములో ఫెర్మి మొదలైన తత్వవేత్తలు జోస్యము చెప్పిన యురేనియానంతర మూలపదార్థములలో యిది ఒకటై ఉండాలి.

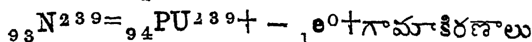
నెప్ట్యూనియం రూపొందినప్పుడు ఒక్క ఎలక్ట్రాను $(-_1 e^0)$ మాత్రమే కాకుండా దానితోపాటు శక్తివంతము లైన X కిరణములు గామాకిరణముల రూపంలో అధికంగా శక్తి విడుదల అవుతుందనికూడా యీ సిద్ధాంతం జోస్యము చెప్పినది. అస్థిరమైన U-239 ఐసోటోపునుంచి రూపొందే నెప్ట్యూనియమును యీవిధముగా వ్రాయవచ్చును.

$${}_{92}U^{239} = {}_{93}U^{239} + {}_{-1}e^{0} + \text{గామాకిరణాలు}$$

ఈ కార్యకలాపం యిక్కడితో ఆగిపోదు. కేంద్రక నిర్మాణమును గురించిన సిద్ధాంతీకరణ అభిప్రాయములనుబట్టి పరిమాణరూపేణా NP²³⁹ అస్థిరమైనదై ఉండాలి. కొంచెం సేపట్లోనే అది తన కేంద్రకమునుంచి ఒక ఎలక్ట్రానునూ శక్తివంతములైన X-కిరణములనూ విడుదల చేస్తుంది. కేంద్రకమునుంచి ఒక ఎలక్ట్రాన్ విడుదల అయిందే అంటే దాని అర్థం - ఋణవిద్యుత్ ప్రేరణ తొలగిపోవటంవల్ల ఒక న్యూట్రాన్ ఒక ప్రోటాన్‌గా పరివర్తన చెందటం అన్నమాట. 93 ప్రోటానులు కలిగిన నెప్ట్యూనియమునుంచి 94 ప్రోటానుల గల కేంద్రకముతో మరొక నూతన మూలపదార్థము ఏర్పడుతుంది.

ఒకదాని తర్వాత ఒకటిగా విడుదల అయిన 2 ఎలక్ట్రానులవల్లా ద్రవ్యరాసిలో చెప్పుకోతగినంత నష్టమేమీ సంభవించలేదు. కాబట్టి పరమాణుభారము యిప్పుడుగూడా 239. కాని

మూలపదార్థావర్తన పట్టిక యందు ఈ నూతన మూలపదార్థము సంఖ్య 94. ఖగోళమండలములో దూరంగా ఉన్న ప్లూటోనుబట్టి దీనికి ప్లూటోనియా అని పేరువచ్చింది. నెప్ట్యూనియం నుంచి ప్లూటోనియం ఉత్పత్తి అయ్యేపద్ధతి యీ క్రింద సమీకరణంలో వ్రాయబడింది.



$_{93}N^{239} = {}_{94}PU^{239} + {}_{-1}e^{0} +$ గామాకిరణాలు

సిద్ధాంతంద్వారా జోస్యంచెప్పిన విషయాలలో అతి ముఖ్యమైనది ఒకటి ఉన్నది. నూతన మూలపదార్థమైన ప్లూటోనియం PU 239 పరిమాణ స్థిరత్వము కలిగఉంటుంది. **U - 235** వలెనే యిదికూడా మందగతి న్యూట్రానులను పీల్చుకొని విచ్ఛేదచెందుతుంది, అని జోస్యం చెప్పబడింది.

ఈసిద్ధాంతీకరణ జోస్యములు (theoirticle predictions) గనక నిజమైతే - U - 238 చే పీల్చబడిన న్యూట్రాను కారణంగా ప్లూటోనియం అనే నూతన మూలపదార్థము ఉత్పత్తి అవుతుంది, U - 235 వలెనే PU - 239 విచ్ఛేదన చెందుతుంది. సహజమైన యురేనియం U - 238 కి అధిక కేంద్రీకరణ (Concentration) శక్తి ఉండటంవల్ల పెద్దపరిమాణాల్లో యిది లభ్యమౌతుంది. అంతేగాకుండా ప్లూటోనియమునకు యురేనయమునకు రసాయనికముగా తారతమ్యం ఉండుటవల్ల, ప్లూటోనియం రూపొంది పరిశుద్ధిచేయబడినతర్వాత వీటి రెండింటినీ వేరుచేయటానికి శ్రమ ఏమీ ఉండదు.

ఆ తర్వాత అనుక్రమ విక్రియ ప్రారంభించుటకుగాను, ప్లూటోనియం ద్రవ్యరాశిని సంసిద్ధము చేయవచ్చును. బయట నుంచి సరఫరాచేసిన ఒకే ఒక న్యూట్రానును ప్లూటోనియం

కేంద్రకము చీల్చివేస్తుంది. అప్పుడు విచ్ఛేదమువల్ల అది రెండు ముక్కలై ఉష్ణము, గామాకిరణాలు, అనేక న్యూట్రానులనూ విడుదలచేస్తుంది. ఈ న్యూట్రానులను ప్లూనియం కేంద్రకాలు ఒక్కొక్కటి ఒక్కొక్కదానిని బంధిస్తాయి. వెంటనే విచ్ఛేదనం జరిగి శక్తినీ, న్యూట్రానులనూ విడుదలచేస్తాయి. ఈ అనుక్రమవిధానం, ప్లూటోనియం ద్రవ్యరాసి అంతా విచ్ఛేదనశకలాలుగానూ, విపరీతమైన శక్తిగానూ మారిపోయే వరకూ సాగిపోతూనే ఉంటుంది.

1939 తొలిభాగమునందు ఏది సిద్ధాంతమో 1945 లో అదే యదార్థమైనది.

4. పరమాణు విభజనా కార్యక్రమం కొనసాగించవచ్చునా ?

పరమాణుశక్తిని గురించి అర్థం చేసుకోగలిగినవారికి, ఇప్పటి వరకూ నేను చెప్పిన విషయాలేగాకుండా యింకా అధికంగా తెలిసిఉండవచ్చును. ఈ విజ్ఞానము అందరికి అందుబాటులోఉన్నదే. ప్రాథమిక పాఠ్యగ్రంథాలలో దీనిని గురించి చాలవరకు తెలుస్తుంది; పూర్తిగా పదార్థతత్వశాస్త్ర పత్రికలలోనూ, విశ్వవిద్యాలయాల పాఠ్యగ్రంథాలలోను లభ్యమౌతుంది. పరమాణు తత్వవేత్తల విషయంలో రహస్యంగా దాచటం అనేది వారికి ఏకోశానాలేదు. శాస్త్రవిషయముల నన్నింటినీ వారు ముఖతః సంభాషణలద్వారా, ఉత్తర ప్రత్యుత్తరములద్వారా టెలిఫోను టెలిగ్రాములద్వారా అందజేసు

కున్నారు. ప్రతివారికీ మిగతావారు యీవిషయాన్ని గురించి తెలుసుకున్నవారని తెలుసును. అభిప్రాయాలు స్వేచ్ఛగా వెల్లడి అయినవి. వాటిని గురించి విమర్శనాత్మకమైన గోష్ఠులు జరిగినవి. దీని ఫలితంగా ఉత్సాహం పెరిగింది, విజ్ఞానశాస్త్రం అపారంగా పురోగమించినది.

1939 లో యీ స్వేచ్ఛకు అంతరాయం కలిగినది. సెప్టెంబరులో జర్మనులు పోలెండుమీద దాడిచేశారు. యూరోపునందు యుద్ధం ప్రారంభమైనది. ఇష్టం లేకపోయినా చాలామంది శాస్త్రజ్ఞులు తమ కార్యకలాపములను కట్టిపెట్టి తమదృష్టిని యుద్ధసంబధమైన సమస్యలవైపు మళ్ళించారు. అమెరికాలోనూ ఇంగ్లండ్‌లోనూ కొంతమంది, సైనిక శాఖా పరంగా పరమాణుశక్తి ఉత్పత్తి కార్యకలాపములను కొనసాగించేందుకు ఆలోచనలు ప్రారంభించారు.

ఊరికే లెక్కలు కట్టడం అనేది తలనొప్పిపని. ఈ కథను యింతవరకూ అనుసరించివచ్చిన పాఠకునికి పరమాణు శక్తి సంబంధమైన కూడికలూ గుణింతలూ చేయటం అంత కష్టసాధ్యమైన పనికాదు. యురేనియము, దానియొక్క విచ్ఛేదనవల్ల ఉత్పత్తిఅయిన బేరియం క్రిప్టానుల సంపుటీకరణ కారణాంకములనుగురించి అతనికి తెలుసును. విచ్ఛేదన కారణంగా కలిగిన ద్రవ్యనష్టము తేడాగావస్తుంది; ఇదేశక్తిగా విడుదల అవుతుంది. దీనిని ఐన్‌స్టీన్ సమీకరణములో పొందుపరుచవచ్చును. నూరుపాళ్ళ పరమాణు ద్రవ్యరాసిలో ఎన్ని పాళ్లు నష్టంవస్తుందో ఒక పౌను ద్రవ్యరాసికి కలిగేనష్టంగూడా అన్నే పాళ్ళలోనే ఉంటుంది. U - 238 ఐసోటోపు లేకుండా పరిశుద్ధ

మైన ఒక పౌను U-235తో ఏవిధమైన ఫలితం కలుగుతుందో అతను లెక్కించగలడు. అనుక్రమవిక్రియ కొనసాగి, ఆ పౌను U-235 లోని పరమాణువులన్నీ విచ్ఛేదన కావడంతో ఉత్పత్తి అయ్యే శక్తి 400 బిలియన్ బిలియన్ ఎర్గులు లేదా 12,000,000 కిలోవాట్ గంటల ప్రమాణంలో ఉంటుంది.

ఈ శక్తిని గనుక అదుపులో ఉంచి నెమ్మదిగా విడుదల చేస్తే, 12 మిలియన్ల 100 కిలోవాట్ దీపములను 10 గంటల సేపు వెలిగిస్తుంది. అంటే న్యూ ఇంగ్లండ్ లోని ఇళ్ళ నన్నింటినీ ఒకరాత్రంతా దేదీప్యమానం చేయడానికి ఈ శక్తి సరిపోతుంది.

అయితే యీశక్తినే వెంటనే, అనగా ఒక లిప్తకాలంలో గనక విడుదలచేస్తే 10,000 టన్నుల T N T ప్రేలుడు శక్తికి సమానమౌతుంది. ఒక టన్నులో 2000 పౌనులు యిది 20,000,000 లో భాజ్యము (Factor) అవుతుంది. అంటే T N T కన్నా U-235, 20,000,000 రెట్లు అధికప్రేలుడు శక్తిని కలిగిఉన్నదన్నమాట. ఒక పౌను U-235 లో పరమాణువులు నూటికి 10 వంతులు మాత్రమే గనక విచ్ఛేదన చెందుతే T N T కన్నా 2,000,000 రెట్లు శక్తి జనిస్తుంది. ఒక పౌను U- 235 పరమాణువులలో నూటికి 1 వంతు విచ్ఛేదన చెందుతే, T N T కన్నా 200,000 రెట్లు శక్తి విడుదల అవుతుంది. దీనినిబట్టి ప్రేలుడు శక్తికి సంబంధించిన ఒక నూతన క్రమం (New Order) సాధ్యమని తెలుస్తుంది.

ఇదంతా కాగితంమీద బాగానే ఉంటుంది. యథార్థానికి అటువంటి అనుక్రమ విక్రియ (Chain Reaction) ను ఎవరూ కొనసాగించలేకపోయారు. ఒక గ్రాములో నూరు మిలియన్ల

భాగాలుఉంటే అందులో 1 భాగంకన్నా అధికంగా U - 235 ని వేరుచేయడానికి ఎవరికీ సాధ్యంకాలేదు. ఇది అతిసూక్ష్మాతి సూక్ష్మమైన కణము. ఏ యురేనియం ఐసోటోపు విచ్ఛేదన చెందుతుందో పరీక్షలు చేయడానికి మాత్రమే అక్కడకు వస్తుంది. ఒక పౌను U - 235 అనేది అసాధ్యమైన విషయము. మూడు ఐసోటోపులను కలిగిఉన్న సామాన్య యురేనియము తోనే మనం కాలక్షేపం చేయటం ఉత్తమం. మామూలు యురేనియముతో అనుక్రమ విక్రియకు ఏమైనా అవకాశం ఉందేమో పరిశీలిద్దాము.

U - 235 పరమాణువు ఒకటి మందగతి న్యూట్రానును ఒకదానిని పీల్చుకున్నప్పుడు, కేంద్రకము విచ్ఛేదమై వేగగతి గల్గిన న్యూట్రానులను విడుదల చేస్తుంది – అన్నది మూల సిద్ధాంతం. మనం ఉపయోగించేది మామూలు యురేనియమే గనుక యింకా యితరసంఘటనలు కొన్ని జరుగవచ్చును. ఈ సంఘటనావిధానం సరియైనదిగనుకఅయితేనే అనుక్రమ విక్రియ సాధ్యం అవుతుంది.

మొదటిది: విచ్ఛేదనా బంధన (fission capture). యురేనియం – 235 మందగతి న్యూట్రాను నొకదానిని బంధించి నప్పుడు విచ్ఛేదన చెందుతుంది. వేగగతి న్యూట్రానును బంధించినప్పుడు U - 235 విచ్ఛేదన చెందుతుందా ? సంభవం కావచ్చును. మామూలు యురేనియమునందు U - 235 కన్నా U - 238 140 రెట్లు అధికంగా ఉన్నది. విచ్ఛేదన చెందకుండా వేగగతిన్యూట్రానుల నన్నింటినీ యిది పీల్చివేస్తుంది. ఈ కారణంవల్ల ఏసంగతీ యిదమిత్థంగా మనకు తెలియదు.

U - 235 విచ్ఛేదనలో ఉత్పత్తిఅయిన న్యూట్రానులు, యితర U - 235 పరమాణువులచే బంధింపబడుటకు వీలుగా వాటివేగమును ఎవరైనా తగ్గించగలరా? ఎవరికీ తెలియదు. కాని, యిది సాధ్యం అవడానికి ఏమిచేయవలసి ఉన్నదీ, ఎంత వరకూ అవకాశంఉన్నదీ అనే విషయాన్నిగురించి కొన్ని సూచనలు చేయబడ్డాయి. హీలియము, కర్బనము, బెరెలియము, గురూదజనివంటి తేలిక మూలపదార్థములు, న్యూట్రానులను సులభంగా పీల్చుకొనలేవు. వాటిని వెనుకకు నెట్టివేస్తాయి. కాబట్టి గతివేగం తగ్గుతుంది. మందగతి న్యూట్రానులను ఉత్పత్తిచేయుటకు ఫెర్మీ, పెగ్రామ్, డన్నింగ్ పండితులు ఉపయోగించిన మితకారులు (Moderators) యివే. విచ్ఛేదనవల్ల విడుదల అయ్యే వేగగతి న్యూట్రానుల వేగమును తగ్గించి, విచ్ఛేదన అనుక్రమం అవిరామంగా కొనసాగుటకుగాను న్యూట్రానులను తిరిగి U - 235 బంధించుటకు వీలుగా, యీ మితకారులలో ఒకదానిని యురేనియములో సమ్మిళితం చేయవచ్చునా?

ఇక రెండవ విషయం పరిశుద్ధత (Purity) కి సంబంధించినది. చాలా పదార్థాలు న్యూట్రానులను పట్టుకుంటాయి. కాని విచ్ఛేదన చెందవు. యురేనియంలో మకిలి ఏ మాత్రం ఉన్నా అది, విడుదలయైన న్యూట్రానులను పీల్చివేస్తుంది. కాబట్టి యురేనియం పరిశుద్ధమైనదై యుండాలి. న్యూట్రానుల వేగమును తగ్గించే మితకారులు (Moderators) కూడా పరిశుద్ధంగా ఉండాలి. మకిలిఉన్నా అది, మిలియన్‌లో 1 భాగంకన్నా అధికంగా ఉండకూడదు. యురేనియమునుగాని

మరి ఏయితర మితకారులనుగాని యింత పరిశుభ్రత పరిచేం దుకు అవకాశం ఉన్నదా?

మూడవ విషయం: న్యూట్రాన్ తప్పించుకు పోవడానికి సంబంధించినది ఒక యురేనియం ముద్దను తీసుకుని దానిలోనికి ఒక మందగతి న్యూట్రానును పంపించండి. ఆ న్యూట్రాను వెళ్ళి U-235 పరమాణువును ఢీ కొంటుంది. ఆ పరమాణువు విచ్ఛిన్నమై, కొన్ని న్యూట్రానులను విడుదలచేస్తుంది. ఈ ముద్దగనక చిన్నదైతే, మిగతా U-235 పరమాణువులచే పీల్చుకోబడే లోపలే యీన్యూట్రా నులు, ముద్ద ఉపరిభాగం ద్వారా గాలిలోనికి తప్పించుకొని పారిపోయే అవకాశం ఉన్నది. అవి ఒకసారి తప్పించుకున్నాయో యిక వాటి ఆచోకీ చిక్కదు. న్యూట్రానులన్నీ యీవిధంగా తప్పించుకుని బయటపోవటం ప్రారంభిస్తే అనుక్రమ విక్రియ స్తంభించిపోతుంది.

5. పరమాణుబాంబు అవధిపరిమాణం (CRITICAL SIZE)

ఇక్కడ, అతివిచిత్రమైనదీ ముఖ్యమైనదీ అయిన విషయం ఒకటిఉన్నది. ఒక యురేనియంముక్కలో న్యూట్రానుల నష్టం ఉపరిభాగంద్వారా జరుగుతున్నది; న్యూట్రానులనుపట్టి బంధించవలసినది పదార్థముయొక్క ద్రవ్యరాసి అయివుండగా, నష్టం ఉపరిభాగంద్వారా కలుగుతోంది.

ఒక గోళముయొక్క పరిమాణము దాని వ్యాసము యొక్క ఘనము (Cube) నుబట్టి మారుతుంది, దానియొక్క ఉపరితలము వ్యాసార్థవర్గము (Square) నుబట్టి మారుతుంది.

రేఖాగణిత పరిజ్ఞానమున్న వారికి యీవిషయము తెలిసినదే. కాబట్టి - యురేనియం ముద్దపరిమాణంలో వృద్ధియగు నప్పుడు ఉపరితలము, దాని పరిమాణం లేక ద్రవ్యరాసి వృద్ధి యైనంత వేగంగా వృద్ధినొందదు. ఇంకోవిధంగా చెప్పవల నంటే ముద్ద ఎంత పెద్దదైతే యూనిట్ ద్రవ్యరాసికీ అంత తక్కువ ఉపరిభాగాన్ని అందచేస్తుంది. నష్టం జరిగేది ఉపరి భాగంద్వారానూ, పట్టుకోబడేది ద్రవ్యరాసివల్లనూ అవటం వల్ల, విడుదలఅయ్యే న్యూట్రానులు ద్రవ్యరాసిలో నిలిచి విచ్ఛేదన కార్యకలాపమునకు U - 235 చే పట్టుకొనబడే అవ కాశం, ముద్ద ఎంత పెద్దదిగాఉంటే అంత ఎక్కువగాఉంటుంది.

ఉపరిభాగంద్వారా న్యూట్రానులు తప్పించుకుని పోకుండా ద్రవ్యరాసిలోనే పట్టుబడి ఉండవలనంటే యీ ముద్ద ఎంత పెద్దదిగాఉండాలి ? - అనేది ఒక ప్రశ్న. తప్పించుకొని పోకుండా సాధ్యమైనన్ని న్యూట్రానులను ద్రవ్యరాసిలోనే ఆకట్టి ఉంచగలిగినంత పరిమాణంలో యురేనియం ఉండాలి. దీనిని పదార్థ అవధిపరిమాణం (Critical Size) అని అంటారు. అవధిపరిమాణ ద్రవ్యరాసికన్నా యురేనియం ముక్క చిన్న దైతే అనుక్రమ విక్రియ కొనసాగడానికి వీలులేదు. దీనికన్న పెద్దదైతే, మిగతా కారణాంకములన్నీ సరియైతే అదే విధంగా జరుగుతుంది.

అవధిపరిమాణం అనగా ఏమిటి? అది యురేనియము లోగల న్యూట్రానులగతిపై ఆధారపడి ఉంటుంది. పట్టుబడే లోపున న్యూట్రాన్ ఎంత దూరం వెళ్ళగలదు? ఈ విషయం ఊజాయింపుగా మాత్రమే తెలుసును, కాబట్టి అవధిపరమాణ

ద్రవ్యరాసిని గురించి తెలిసినదిగూడా ఉజ్జాయింపు లెక్కయే. లభ్యమైన కొలతలు, U-235 అవధిపరిమాణం 2 మొదలు 200 పౌనుల మధ్య విలువ కలిగిఉండాలని సూచించినవి.

యురేనియం విచ్ఛేదనకు సంబంధించిన సమాచార ములో చాలాభాగం, ఒకగ్రాములో పది లక్షలవంతు ద్రవ్య శలకములు (Species of makerial) ఆధారంగా చేసుకొని కనుగొనబడింది. (28 గ్రాములు 1 ఔన్సు అని మీకు తెలుసును.) 2 మొదలు 200 పౌనుల భారము గలిగిన U- 235 అవధి పరమాణ ద్రవ్యరాసి అనేది అలవికాని విషయం. ఇంతవరకూ ఎవ్వరూకూడా కొద్దిపాటి యురేనియం కణములకన్నా అధికంగా చూచినవారులేరు. దీనిని పింగాణీలోహ పరిశ్రమలో సూక్ష్మాతిసూక్ష్మమైన కేంద్రీకరణములో వాడతారు.

పిచ్‌బ్లెండ్ ఖనిజములో యురేనియం, నూటికి 40 మొదలు 90 పాళ్ళవరకూ ఉంటుంది. ఈపిచ్‌బ్లెండ్ జెకోస్లొవేకియా, కెనడా, బెల్జియమ్‌కాంగోలలో లభ్యమౌతుంది. యురేనియమ్ పాలు స్వల్పంగా కలిగిన మరికొన్ని ఖనిజాలు గూడా ఉన్నవి. కొలరాడో పీటభూమి, యింకా ప్రపంచం లోని అనేక యితర ప్రాంతాలలోను యీఖనిజములు లభిస్తవి. 200 పౌనుల యురేనియం 235 కావలయునంటే ఎన్నో టన్నుల పిచ్‌బ్లెండ్ వినియోగించి పరిశుద్ధ యురేనియం లోహమును ప్రప్రథమంగా తయారుచేయాలి; ఆ తర్వాత యీ లోహంలో U-235 కన్నా 140 పాళ్ళు అధికంగా ఉండే, U-238 ఐసోటోపును వేరుచేయాలి. ఐసోటోపు మిశ్రమం తోనూ, న్యూట్రానుల వేగగతిని తగ్గించే మితకారితోనూ

పనిజరగవలెనంటే టన్నులకొలదీ పరిశుద్ధలోహం కావలసి ఉంటుంది

న్యూట్రానుల వేగమును తగ్గించేమితకారుల విష యంలో గూడా యిదేపరిస్థితికి లోనుగావలసిఉన్నది; సర్వ సాధారణంగా బెరిలియం, బరువైనజలము, కర్బనము, మిత కారులుగా ఉపయోగపడతాయి. అనుక్రమ విక్రియాకార్య కలాపము కొనసాగడానికి యీ మితకారులు టన్నులపరిమా ణాలలో కావలసిఉంటవి.

బెరిలియం అనేది సర్వసామాన్యమైనమూలపదార్థము. అమెరికాలో యీ బెరిలియంలోహము, ప్రతిసంవత్సరం కొన్నివందల పౌనులు ఉత్పత్తి అవుతోంది. ఇది పరిశుద్ధమైనది కాదు. పరిశుద్ధమైన బెరిలియముతో అవసరం లేకపోవుటయే యిందుకు కారణము.

బరువైన జలముగూడా మామూలుగా లభించేదే. సాధారణ జలంలో 5000 భాగాలలో 1 భాగం బరువైన జలం వుంటుది. అనేకపద్ధతులలో బరువైన జలమును తయారు చేయవచ్చును. నార్వేలో సంవత్సరమునకు కొన్నివందల క్వార్టుల భారజలమును తయారుచేసే భారీపరిశ్రమాగారం ఉండేది. శాస్త్రప్రయోగ పరిశీలనలనిమిత్తం అమెరికాలో కొన్ని క్వార్టుల భారజలంమాత్రం తయారు చేయబడుతోంది.

కర్బనము అత్యుత్తమ మితకారి. ప్రతిసంవత్సరము గ్రాఫైట్ రూపంలో కొన్నివందల టన్నులు ఉత్పత్తి చేయబడు తోంది. దీనిని ఆయా భాగాల రాపిడిని తొలగించే సాధనంగా ఉపయోగిస్తారు. అవసరమైనంతగా దీనిని పరిశుద్ధిచేయటం

లేదు. విస్తారంగా లభిస్తూ ఉండటంవల్ల బహుశః దీనిని పూర్తిగా పరిశుద్ధిచేసేందుకు అవకాశం కలుగవచ్చును. దీనియొక్క ఉపయోగమునుగురించి ఎంతో కాలంక్రిందటనే స్జిలార్డ్, ఫెర్మివండితులు సూచించి యున్నారు.

అవధి పరిమాణమునకన్నా అధికంగా పరిశుద్ధ యురేనియం, తగినంతపరిశుద్ధ మితకారిపదార్థములతో అనుక్రమవిక్రియ ప్రారంభంఅయిందని ఊహించుదాము. పరిస్థితి అదుపు తప్పవచ్చును. అది ప్రేలిపోవచ్చును. ప్రేలకపోయినా, ఆ ప్రాంతమునంతా రేడియో తేజః ప్రసారముతోనూ, X-కిరణాలతోనూ సర్వనాశనం చేసివేస్తుంది. కొన్ని నెలలవరకు ఆ ప్రాంతం నివాసయోగ్యంకాదు. కాబట్టి న్యూట్రానులను పీల్చగల సమర్థవంతములైన పదార్థములకోసం వెతకాలి. ఈ పదార్థములు, న్యూట్రానులను పీల్చగల గాలిగాని తమంతటతాముగా ఏవిధమైన మార్పులూ చెందకూడదు. వీటిని ద్రవ్యరాసియందు యిమిడ్చి విక్రియా కార్యకలాపమును అదుపులో ఉంచవచ్చును. న్యూట్రానులను పీల్చగలిగిన పదార్థములు కొన్ని ఉన్నవి. ముఖ్యంగా కాడ్మియం అనే పదార్థాన్ని చెప్పుకొనవచ్చును. పురాతనత్రయక (traid) పదార్థములైన కాడ్మియం,యశదము పాదరసములలోనిదే యిది. న్యూట్రానులను పీల్చగలిగిన మరికొన్ని పదార్థములు లభ్యం కావచ్చుననే ఆలోచన ఉన్నది. ఈ పదార్థములను పరీక్షించవలసిఉన్నది. అనుక్రమ విక్రియ ప్రారంభించడానికి పూర్వం జరుపవలసిన కర్మకాండ చాలా ఉన్నట్లుగా తోస్తుంది.

VII

పరమాణు బాంబులను తయారు చేయవచ్చును.

1. రెండు బిలియన్ డాలర్ల జూదం.

1939 జనేవరి మాసంలో మైట్నర్ పండితుడు యురేనియం విచ్ఛేదనా విషయమును సూచించాడు. కొన్ని వారములలోపునే యీ విషయము పరిశీలింపబడి 'విచ్ఛేదన సంభవం' అని కనుగొనబడింది. మరికొన్ని వారములలో – యీ విషయమును గురించి పూర్వతాత్త్వికుల అభిప్రాయములు లెక్కలు, స్జిలార్డ్, ఫెర్మి మొదలైన పండితులచే కొలంబియా ముందు పరిశీలింపబడినవి. స్జిలార్డ్, యూజీనీవిగ్నర్, ఎడ్వర్డ్ టెల్లర్, విక్టర్ F. వైస్కాఫ్, ఫెర్మీ మొదలైన పండితులు, సైనికశాఖాపరంగా యీ విషయమును గురించిన ప్రయోగ పరిశీలనలు జరుపుతే బాగుండునని తలపోయటం ప్రారంభించారు. వీరందరూ యూరోపియన్ తత్త్వవేత్తలే; యుద్ధవాతావరణమును ముందుగానే గ్రహించినవారు. నాజీ, ఫాసిస్ట్ దౌర్జన్యముల బారినుండి తప్పించుకొని అమెరికాలో తల

దాచుకొన్నారు. అమెరికన్ తత్త్వవేత్తలు మాత్రం 1939 వసంతకాలం వరకూ సైనికశాఖాపరంగా యీ విషయంలో ప్రయోగ పరిశీలనలు జరుపవలెనని యోచించినవారుకారు.

బాహెర్ పండితుని సహాయంతో యీ తత్త్వవేత్తల గుంపు, పరమాణువిచ్ఛేదన విషయకమైన వివరములను ప్రచరించకుండా స్వయం ఆంక్ష విధించుకోవాలని ప్రయత్నం సల్పించారు. అమెరికన్ బ్రిటిష్ తత్త్వవేత్తలు యిందుకు అంగీకరించారు. అమెరికా తత్త్వవేత్తలందరూ స్వయం ఆంక్షకు అంగీకరించుటకు ముందుగా ప్రచురించిన ఒక కరపత్రం కారణంగా, జోలియట్ వీరితోపాటు చేతులు కలపడానికి నిరాకరించాడు. 1939 ముగియడానికి పూర్వం పరమాణు విచ్ఛేదనను గురించి ఎన్నో విషయాలు కుప్పతిప్పలుగా బయటకు వచ్చివేసినవి. యదార్థానికి, స్వయంఆంక్ష (Voluntary censorship) అనేది 1940 ఏప్రియలు వరకు అమలులోనికి రాలేదు. స్వయం ఆంక్ష అనేది అతి విజయవంతంగా కొనసాగినది. ఆ తర్వాత పరమాణు విచ్ఛేదన సమాచారమును రహస్యంగా ఉంచే భారం సైనికశాఖ స్వీకరించినది.

అనుక్రమవిక్రియాసమస్యతో ముందుకు సాగవలెనంటే భారీఎత్తున పదార్థములు కావాలి. ఈ పదార్థములను సేకరించడానికి ఏ విశ్వవిద్యాలయ ప్రయోగశాలకూ సాధ్యంకాదు. సైనికశాఖ దృష్ట్యాగూడా యిది అతి ముఖ్యమైనదిగా భావించటంవల్ల శాస్త్రజ్ఞులు ప్రభుత్వ సహాయాన్ని అర్థించటంలో ఆశ్చర్యం ఏమీలేదు.

1939 లో పెగ్రామ్‌పండితుడు, ఫెర్మీపండితునితోనూ, నౌకాశాఖా ప్రతినిధులతోను కలిపి ఒక సమావేశాన్ని ఏర్పాటుచేశాడు. నౌకాశాఖావారు యీ విషయంలో ఎంతో ఆసక్తిని ప్రదర్శించారు: ఎప్పటి సమాచారాన్ని అప్పుడు అంద చేయువలసినదిగా కోరారు.

నౌకాశాఖవారి జాప్యమూ, పరమాణు విచ్ఛేదనలోని ఆశాభావమూ జ్సిలార్డ్ విగ్‌నెర్ పండితులను, ఐన్‌స్టీన్‌తో సంప్రతించుటకు పురికొల్పినవి. వారు యీవిషయాన్ని ప్రెసిడెంట్ రూజువెల్ట్‌కి నివేదించాలని నిశ్చయించుకున్నారు. ఐన్‌స్టీన్ ఉత్తరాన్ని, జ్సిలార్డ్ తయారుచేసిన నివేదికను చేతబుచ్చుకుని అలెగ్జాండర్ సచన్, ప్రెసిడెంట్‌ను సందర్శించాడు. ఆయన యీ సమస్యకు సంబంధించిన అన్ని విషయములనూ ప్రెసిడెంట్ రూజువెల్ట్‌కి విశదీకరించి యిందుకు అవసరమైన ధనసహాయమును అర్థించాడు. అప్పుడు ప్రెసిడెంట్ ఒకపౌరుడు ఒకనౌకాశాఖాధికారి, ఒక సైనిక శాఖాధికారి గల సంఘమును ఒకదానిని ఏర్పాటుచేశాడు. పరమాణు విచ్ఛేదన కార్యకలాప సమస్యను పరిశీలించి తనకు సలహా యివ్వవలసిందిగా ఆ సంఘాన్ని కోరారు.

ఈ సంఘసభ్యులు అనేకసార్లు సమావేశమై సాక్ష్యాలు స్వీకరించారు. ఈ విషయాన్నిగురించి ప్రభుత్వానికి సలహా యిచ్చారు. చివరికి 1940 ఫిబ్రేవరి 20 న 6000 డాలర్లు, అత్యవసరపదార్థములను కొనుగోలుచేయటానికి, సైనిక నౌక శాఖల మూలధనంనుంచి తీసి కొలంబియాకి బదిలీచేశారు.

ఈ సంఘం మరల 1940 ఏప్రియల్ 28 వ తేదీన సమావేశమై పరమాణువిచ్ఛేదన ప్రయోగ కార్యకలాపములు ఏవిధంగా పురోగమిస్తున్నదీ తెలుసుకున్నారు. ఈ సమయానికి, యురేనియమునకు గల మూడు ఐసోటోపులలోను U-235 మాత్రమే విచ్ఛేదనకాగలదనీ, వేగగతిగల న్యూట్రానులకన్న మందగతి న్యూట్రానులే శక్తివంతములైనవనీ ప్రయోగపరిశీలనలవల్ల నిర్ధారణఅయింది. కొలంబియాలో గ్రాఫైట్‌ను గురించి చేసిన ప్రయోగములవల్ల అది ఉత్తమ మితకారి (Moderator)గా తెలియవచ్చింది. అన్నిటికన్నా ముఖ్యవిషయం - జర్మనీలో కైజర్ విల్‌హెల్మ్ ప్రయోగశాలలయందు యురేనియం ప్రయోగపరిశీలనలు జోరుగా సాగుతున్నట్లు వార్తలు వెలువడినవి. 1940 లో సమావేశమైన ఒక ప్రత్యేకసలహాసంఘం, అనుక్రమవిక్రియ (Chain reaction) ను ప్రయత్నించడానికి షుమారు 100,000 డాలర్ల యురేనియం, గ్రాఫైట్‌లు అవసరమనీ, ప్రాథమిక పరిశీలనలకు 40,000 డాలర్లు వెచ్చించవలసి ఉంటుందనీ సలహానిచ్చింది.

ఈ సలహా ననుసరించి తగినచర్యలు తీసుకొనడానికి పూర్వమే, మొట్టమొదట ఏర్పడిన పరమాణుశక్తి విచారణ సంఘం పనిచేయడం మానివేసింది. పౌరులైన తత్వవేత్తలు, సైనికశాఖకు పరస్పరం ఏవిధంగా తోడ్పడాలో నిర్ణయించవలసిన బాధ్యత, కొత్తగా రూపొందిన నేషనల్ డిఫెన్స్ రిసెర్చి కమిటీ (N. D. R. C.) మీదపడింది. దీనితోపాటు పనిచేయుటకు యురేనియం కమిటి అనేది ఒకటి ఏర్పాటు అయింది. ఈ కమిటీకి కొంత మూలధనం ఉన్నది. N. D. R. C. కి మిగతా

ప్రయోగ పరిశీలనశాలలకూ యిది అనుసంధాన సంస్థగా పనిచేయటం ప్రారంభించినది.

1940 నవంబరు 8వ తేదీన మొట్టమొదటి కాంట్రాక్టుమీాద సంతకం చేయబడింది. ఆ కాంట్రాక్టు కొలంబియా విశ్వవిద్యాలయమునకు యివ్వబడింది. దాని గడువు 1940 నవంబరు 1వ తేదీనుంచి 1941 నవంబరు 1వ తేదీ వరకు ఇచ్చిన మొత్తం సొమ్ము 40,000 డాలర్లు. మిగతా కాంట్రాక్టులుగూడా త్వరలోనే మంజూరు అయినవి. యురేనియము ఐసోటోపులను కిరణపరాఙ్ముఖ పద్ధతి (Centrifuge-method) ద్వారా విడదీయుటకుగాను యూరే పండితునికి కూడా కాంట్రాక్టు యివ్వబడింది. ప్రకరణం చివరి భాగమునందు యీా పద్ధతిని గురించి విశదీకరింపబడినది. మిగతా కాంట్రాక్టులు ప్రిన్స్టన్, కార్నెల్, చికాగో మొదలైన విశ్వవిద్యాలయములకూ, యితర పరిశోధనా శాలలకూ వెళ్ళినవి. 1941 నవంబరు నాటికి అటువంటి ప్రయోగాత్మక కేంద్రాలు పదహారు పని చేస్తూ ఉన్నవి. ఇందుకుగాను 300,000 డాలర్ల ఖర్చు అంచనా వేయబడినది.

ఆ తర్వాత జరిగిన పరిపాలనా చరిత్రను గురించి విపులంగా తెలియజేయటంలో అర్థం ఏమీాఉండదు. అయితే, జరిగిన సంఘటనలను గురించి కొంత భోగట్టా తెలుసుకొని ఉండటం మంచిది. చాలాకాలం వరకూ సైనికశాఖకు యీా విషయంలో అంతగా ఆసక్తి కలుగలేదు; అయినా ప్రయోగ పరిశీలనలను ఒక కంటచూస్తూ కావలసిన ధనమును సరఫరా చేస్తూనేఉన్నది. ఈ సమస్య పౌరులైన తత్వవేత్తల చేతులలో

ఉన్నది. వీరిలో రెండు రకాలవారు ఉన్నారు. ఉత్సాహమూ శక్తీ అధికంగాగల శాస్త్రజ్ఞులు ఒక రకం. వీరు ఆలస్యానికి ఓర్చుకోలేరు, అపజయాలను ఎదుర్కోలేరు. ఇక రెండవరకం: ఏ పరిస్థితిలోనూ వీరు అంతగా చలించరు, ఏదన్నా ఒక విషయం నిర్ధారణ అయితే దానినిబట్టి రెండవ విషయానికి ఒక క్రమపద్ధతిలో వెడతారు. ప్రయోగ పరిశీలనల నిమిత్తం ధనం అధికంగా వెచ్చించబడుతున్నదనీ, లభించబోయే ఫలితాలు బహుస్వల్పంగా ఉంటాయేమోననీ వీరి ఆదుర్దా. N D R C మొదటి రోజుల్లో యురేనియం ప్రయోగమునకు వెచ్చించిన దానికన్నా మిగతా పరిశీలనలకు అధికధనం కేటాయింప బడింది. మిగతా పరిశీలనల ఫలితాలు ఉపయోగంలోనికి రావటం, పరమాణుబాంబు అనల్పకాలంలో సాధ్యంకానట్టు కనబడటం, దీనికి ఫలితాలు.

ఈ మార్గంలోనే బ్రిటిష్‌వారుకూడా నడుస్తూఉన్నారు. U - 235 బాంబును నిర్మించటం సాధ్యం అవుతుందనే దృఢ నమ్మకంతో చాడ్‌విల్ పండితుడు ఉన్నాడు. ఇదివరలో నేను వర్ణించిఉన్న నియాన్ – 20 నియాన్ – 22 విభజనా సూత్రము ననుసరించి U - 238 నుంచి U - 235 ను వేరుచేయడానికి బ్రిటిష్ తత్వవేత్తలంతా తమ కృషిని కేంద్రీకరింపచేశారు. అంతేగాకుండా కాక్‌క్రాఫ్ట్ పండితుడు ప్లూటోనియమ్‌ని ఉప యోగించడానికి సూచనచేశాడు; కాని లభ్యమయ్యే మానవ శక్తి పరిమితమై ఉండటం కారణంగా బ్రిటిష్‌వారు దీనిని ఉప యోగించలేదు. మామూలు యురేనియముతో అనుక్రమ విక్రియ (Chain Reaction) కొనసాగడానికిగాను, U - 235

విచ్ఛేదనమైనప్పుడు విడుదలయ్యే న్యూట్రానుల వేగమును తగ్గించడానికి మితకారులను ఉపయోగించవలెనని బ్రిటిష్‌వారు నిశ్చయించే ఉన్నారు. భారజలము (Heavy Water) ను మితకారిగా ఉపయోగించడానికి నిర్ణయమైనది.

1940, 1941 సంవత్సరముల మధ్యకాలంలో బ్రిటిష్ అమెరికన్ పరమాణుతత్వవేత్తలు తమ ప్రయోగపరిశీలనల సమాచారమును పరస్పరం అందజేసుకున్నారు. పరమాణు బాంబు ఉత్పత్తి విషయంలో అధికార NDRC సలహాదారుల కన్నా, బ్రిటిష్‌తత్వవేత్తలు ఎంతో ఆశాజనకంగా ఉన్నారు. వారు అమెరికన్ తత్వవేత్తలకు ఉత్సాహాన్ని కల్గించారు.

బ్రిటిష్ యురేనియం పరిశోధనా కార్యక్రమాన్ని స్వయంగా చూచుటకుగాను 1941 తుది భాగంలో యురే, పెగ్రామ్‌పండితులు ప్రయాణమై వెళ్ళారు. పెగ్రామ్ యురే పండితులు ఎంతో సమాచారమును కూడకట్టుకుని వచ్చారు. వచ్చిన తోడే ఒక నివేదికను తయారుచేశారు. దీనిలో పరమాణుశక్తి కార్యకలాపములను విస్తృత పరచవలసిన ఆవశ్యకతను గురించి నొక్కి వక్కాణించారు.

సమాచారముయొక్క ముఖ్యాంశములు ప్రెసిడెంట్ రూజ్‌వెల్ట్, వైస్‌ప్రెసిడెంట్ వాలెన్‌లకు తెలుపబడినవి. దీని ఫలితంగా పెరల్ హార్బర్‌సంఘటనకు పూర్వం 1941 డిసెంబరు నందు, యురేనియం కార్యక్రమాన్ని విస్తృతపరచవలెననీ, ప్రత్యేక నిధులనుంచి కావలసిన ధనాన్ని అందజేయవలెననీ, బ్రిటిష్‌వారితో సన్నిహితంగా పనిచేయవలెననీ నిర్ణయింప బడి

నది. యురేనియం కార్యక్రమ అభివృద్ధి సూచనతో 1941 వ సంవత్సరం ముగిసినది.

మానసిక పరిస్థితిలో మార్పుఅనేది అతి ముఖ్యమైన విషయము. పరమాణుబాంబు సాధ్యం అవుతుందనే విషయాన్ని 1940 లో సహితం స్జిలార్డ్, ఫెర్మివిగ్నెర్ పండితులకి నచ్చ చెప్పవలసిన పనిలేదు. కాని చాలామంది యీ విషయంలో యింకా అనుమానంతోనే ఉన్నారు. 1941 అంత మునకల్లా పరమాణువిచ్ఛేదన సాధ్యం అవుతుందనే విషయం విశేషంగా ప్రచారంలోకి వచ్చేసింది. పరిపాలనా దక్షతకల్గిన అనేకమంది శాస్త్రజ్ఞులు దీనికి సన్నిహితులయ్యారు. యుద్ధానికి దానికి గల సంబంధమునుగూడా వారు అర్థం చేసుకున్నారు. యురేనియం కార్యక్రమాన్ని తీవ్రతరం చేయవలెనని వారు నిశ్చయించారు.

2. యురేనియం విచ్ఛేదన తనంతట తాను కొనసాగగలదా ?

1940, 1941 సంవత్సరములలో అవసరమైనంత పదార్థమును సంపాదించి పరిశుభ్రపరచిఉంచారు. దీనితో అనుక్రమ విక్రియకు సాధ్యమౌతుందేమో పరీక్షించి చూడవలెనను కున్నారు. ఈకార్యక్రమానికి కొలంబియావిశ్వవిద్యాలయంవద్ద పెగ్రామ్ పండితుడు ఆధిపత్యం వహించాడు. ఫెర్మిస్జిలార్డ్లు ముఖ్యకార్యకర్తలయినారు 1941 ప్రారంభంలో కొద్దిమాసాలలోనే గ్రాఫైట్రూపంలో తగినంత పరిశుద్ధకర్బనమును

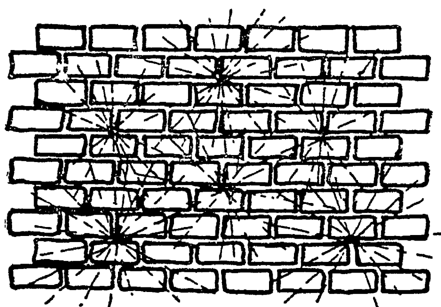
సంపాదించారు. దీనితో 3/318 అడుగుల సంభాకృతిని తయారుచేయవలసి ఉన్నది. ఈ స్థూణిక (Pile) క్రింద న్యూట్రాన్ ఉత్పత్తిపదార్థమును, లోపలవైపున వేర్వేరుస్థానములలో కొలతపరికరములను ఏర్పాటుచేయటంద్వారా, కర్బనములో న్యూట్రానులు ప్రయాణించునప్పుడు వాటి లక్షణాలు ఎట్లా ఉంటాయో గ్రహించడానికి వీలవుతుంది.

దీనికి ఫలితంగా, ఒక నూతన విధానం రూపొందింది. దీనినే అల్లికకట్టడపు స్థూణిక (lattice pile) అని అంటారు. అల్లిక కట్టడపుస్థూణిక అంటే మధ్యమధ్య జాగావదిలి దొంతిగా అమర్చిన గ్రాఫైట్ యిటుకలకట్టడం అన్నమాట. మామూలు యురేనియంలోహపు ముక్కలను చిన్నచిన్నవాటిని ఈ దొంతియందు ఒక క్రమపద్ధతిననుసరించి అమరుస్తారు. మితకారియైన గ్రాఫైట్‌నూ, న్యూట్రానులను ఉత్పత్తిచేయు యురేనియమునూ, సూక్ష్మంగా వేరుపరుస్తూ మధ్యన గ్రాఫైట్ ఉండటంలో ప్రత్యేకలాభం ఉన్నది. U - 235 విచ్ఛేదనతో విడుదల అయ్యే వేగగతి న్యూట్రానులు, యురేనియము ముక్కనుంచి సులభంగా విడిచిపోగలవు. కాని మరో యురేనియం ముక్కను చేరడానికి పూర్వం యివి గ్రాఫైట్ కర్బనము మధ్యనుంచి వెళ్ళవలసిఉన్నది. అట్లా వెళ్ళటంవల్ల వాటి వేగము తగ్గి U - 235 పరమాణువులచే పీల్చివేయబడతాయి. దానితో విచ్ఛేదన కొనసాగుతుంది. ఈ అభిప్రాయమే 19 వ చిత్రములో రూపించబడినది.

19:1 జులై నాటికి గ్రాఫైట్ - యురేనియం స్థూణిక ఘనపరిమాణం 8/8/8 అడుగులకు పెరిగింది. దీనిలో 7 టన్నుల

పరిశుద్ధ యురేనియం జేరింది. కొలంబియాలోని స్కేర్ మెర్ హార్న్ హాలులో యీ స్థూణికను ఏర్పాటుచేశారు. అడుగుభాగంలో న్యూట్రానుల ఉత్పత్తిస్థావరంగా రేడియం - బెరెలియం మిశ్రమాన్ని ఉంచారు.

గుణకార కారకాంకము (Multiplication factor) ను నిర్ణయించటమే యీ స్థూణికయొక్క ఉద్దేశ్యము. అనుక్రమ విక్రయం సాధ్యంకావడానికి అనేక పరిస్థితులు సానుకూల్యం



19 వ పటము

కావలయుననే విషయం మీకు జ్ఞాపకం ఉండే ఉంటుంది. ఈ పరిస్థితులన్నీ సానుకూల్యమైతే, U - 235 లో విచ్ఛేదనమయ్యే ప్రతి పరమాణువునుంచీ ఒకొ్కక్క న్యూట్రాను చొప్పున విడుదలఅయి, U - 235 లోని మిగతా అణువులచే పీల్చబడి దానిని విచ్ఛేదనమయ్యేటట్లు చేస్తాయి. ఈ విధంగా విచ్ఛేదన కార్యక్రమం అవిరామంగా కొనసాగుతుంది.

బయటనుంచి ఒకొ్కక్క న్యూట్రానును గ్రహించిన 100 U - 235 పరమాణువులతో మన పరిశీలన ప్రారంభించు

దాము. కారణాంకములన్నీ సరిగా బేలన్స్ అయిన కారణం చేత, 100 U-235 పరమాణువులూ విచ్ఛిన్నమై విడుదల చేసిన మందగతి న్యూట్రానులు, మరి 100 U-235 పరమాణువులచే పీల్చబడి, అవి విచ్ఛిన్నమౌతాయి. మళ్ళీ 100 న్యూట్రానులు ఉత్పత్తి అవుతాయి - యీవిధంగా సాగిపోతుంది. ఇట్లా గనక అయితే, గుణకార కారణాంకము 1.00 అవుతుంది; అనుక్రమ విక్రియ దానంతట అది కొనసాగుతుంది. కారణాంకముల క్రమంలో బేధంవల్ల 100 పరమాణువులనుంచి 105 న్యూట్రానులు బయటపడి U-235 పరమాణువులను చేర్చితే, 105 అణువులు విచ్ఛేదనచెందుతాయి. గుణకార కారణాంకము 1.05 అవుతుంది. విక్రియ వేగంలో క్రమంగా వృద్ధికలుగుతుంది. మామూలు 100 పరమాణువులనుంచి విడుదల అయిన న్యూట్రానులలో U-235, 95 న్యూట్రానులను మాత్రమే బంధించగలిగితే, విచ్ఛేదనమైన 95 పరమాణువులనుంచి 95 న్యూట్రానుల ఉత్పత్తి అవుతాయి. విక్రియ తనంతటతాను కొనసాగలేదు. దాని గుణకార కారణాంకము 0.95 అవుతుంది. విక్రియ త్వరలోనే నిలిచిపోతుంది.

1941 సెప్టెంబర్ నాటికి స్థూణిక - పరీక్షలకు అవసరమైనంత పరిమాణం వరకు పెరిగింది. గుణకార కారణాంకము 0.87 అని ఫెర్మీ పండితుడు తెలియజేశాడు. అనుక్రమ విక్రయ నిరాఘాటముగా కొనసాగటానికి, యీ స్థూణిక పరిస్థితులు ఒప్పవు. 1 కన్నా విలువ తక్కువ అయినా 1 కి ఎంతో దూరంగాలేదు. అల్లిక కట్టడమునందు పదార్థముల

క్రమమును మార్చటం, స్థూణీక పరిమాణం పెంచడం, వివిధ భాగముల శుభ్రతను అభివృద్ధిపరచటంద్వారా యీ విలువను పెంచవచ్చునని ఫెర్మి పండితునికి నమ్మకం చిక్కింది. విలువను పెంచటంవల్ల అది 100 కన్నా అధికం అయేందుకు ఎప్పటికైనా అవకాశం ఉన్నదా? ఎవరికీ యిదమిద్ధంగా తెలియదు. ఇది అతిముఖ్యమైన ప్రశ్నగా మిగిలిపోయింది. ఒక సంవత్సరం గడిస్తేగాని యీ ప్రశ్నకు సమాధానం లభ్యంకాలేదు.

3. బాంబులకోసం కొత్తగా సృష్టింపబడిన పరమాణువులు

ఈ కార్యకలాపం కొలంబియాయందు జరుగుతూ ఉండగా, యురేనియంయొక్క యితర లక్షణాలను తెలుసుకొనడానికి మిగతా విశ్వవిద్యాలయములందు కృషి కొనసాగుతూ ఉన్నది. E. O. లారెన్స్ నాయకత్వంక్రింద E. సెగ్రే పండితుడు తన సహచరులతోబాటు కాలిఫోర్నియా విశ్వవిద్యాలయములో జరిపిన పరిశీలనలు చాలా ప్రాముఖ్యముకలిగినవి. వేగగతి న్యూట్రానులను U - 238 పట్టి బంధించినప్పుడు ఏమి సంభవిస్తుందో వీరు పరిశీలించారు. సిద్ధాంతముద్వారా ఏమి జరుగవచ్చునో మనకు తెలుసును. U - 238, ఒక న్యూట్రానును పీల్చి ఒక ఎలక్ట్రానును విడుదల చేస్తుంది. కొత్తగా $_{93}Np^{239}$; నెప్ట్యూనియం అనే మూలపదార్థం ఏర్పడుతుంది–అనిగదా సిద్ధాంతం. ఇది ఎంతవరకూ నిజం ? ఈ నూతన పదార్థము మరొక ఎలక్ట్రానును విడుదలచేసి ప్లూటోనియం $_{94}PU^{239}$ అనే వేరొక మూలపదార్థంగా ఏర్పడటం నిజ

మేనా? U - 235 వలెనే ప్లూటోనియంగూడా విచ్ఛేదనచెందుతుందా ?

రెండువిషయాలను గనక మనం జ్ఞాపకం చేసుకుంటే, యీావిక్రియయొక్క ప్రాధాన్యత బోధపడుతుంది. మొదటిది: పరిశుభ్రమైన మామూలు యురేనియమునందు U - 238 నూటికి 99.3 పాళ్ళు ఉంటుంది. U - 235 ని పోలిన విచ్ఛేదన పదార్థంగా U - 238 మార్చగలిగితే, 140 పాళ్ళు అధికంగా యిది లభ్యం అవటంవల్ల అనేక లాభాలు ఉన్నాయి. రెండవ విషయం: ప్లూటోనియంఅనేది యురేనియముకన్నా రసాయనికంగా తారతమ్యం కలిగి, వేరేజాతికి చెందిన మూలపదార్థము ప్లూటోనియం రూపొందినతర్వాత, మార్పుచెందని యురేనియం నుంచి, సామాన్య రసాయనవిధానములచే దీనిని వేరు చేయవచ్చును.

1941 ముగియకపూర్వమే, కాలిఫోర్నియా పండితులు ఒకవిషయం నిర్ధారణగా తెలుసుకున్నారు: U - 238 ఒక న్యూట్రానును పట్టుకోవడంద్వారా నెప్ట్యూనియంగా మారి, ఆ తర్వాత ప్లూటోనియంగా రూపొందుతుంది U- 235 వలెనే ప్లూటానియం మందగతి న్యూట్రానులను పీల్చుకుని విచ్ఛేదనం చెందుతుంది. గ్రాములో ఒక మిలియనవ వంతు యురేనియంతో యీా విషయం నిర్ధారణచేయటం జరిగింది.

పది సంవత్సరముల అనంతరం యీా పరిశోధనా కార్యక్రమ నాయకులు, పదార్థ తత్వవేత్త ఎడ్విన్ మట్టిసన్ మాక్ మిలన్, రసాయనతత్వవేత్త గ్లెన్ సీబార్గ్‌లు, శాస్త్రరంగంలో సాధించిన విజయాలకు నోబెల్ బహుమతిని పొందారు.

ఈ లోపున సీబోర్గ్ పండితుడు, ఆయన అనుచరులూ కలిసి పరిశోధనా కార్యకలాపమును అవిరామంగా కొనసాగించి, కృత్రిమ మూలపదార్థములు 95 (అమెరికమ్), 96 (క్యూరియం), 97 (కాలిఫోర్నియం) 98 (బెర్కెలియం) నిర్మించారు. కొద్ది సంవత్సరములకు పూర్వం, విచ్ఛేదనా విషయమును కనుగొన్న ఆటోహాహన్ పండితునికి నోబెల్ బహుమానం యివ్వబడింది.

ప్లూటోనియం రూపొందటం, దానికి విచ్ఛేదనాశక్తి కలిగిఉండటం - ప్రయోగ పరిశీలనలవల్ల ఋజువు అవటంతో, సారవ్య యురేనియంసంఘానికి రెండుమార్గాలు తొక్కవలసిన అవసరం ఏర్పడింది. U - 238నుంచి U - 235 ని వేరుచేసి బాంబు నిర్మాణం కొరకు తగినంత పరిమాణంలో తయారుచేయటం, మొదటిది. ఇక రెండవది – U - 238 నుంచి ప్లూటోనియం తయారుచేసి, బాంబునిర్మాణంకోసం తగినంత పరిమాణంలో సేకరించటం.

సాధారణ పరిస్థితులలోగనక అయితే యీ రెండు మార్గాలలో ఏది ఉత్తమమోఆలోచించే ఏదో ఒకమార్గాన్ని అనుసరించేవారు. కాని యుద్ధకారణంగా అసాధారణ పరిస్థితులు ఏర్పడిఉన్నందున రెండుమార్గాలను అన్వేషించి అభివృద్ధిపరచవలసివచ్చినది.

తర్వాత నాలుగు సంవత్సరములవరకూ పరిస్థితులు అసాధారణంగానే ఉన్నవి. దేనివల్ల ఫలితం ఉంటుందనితోస్తే దానిని అభివృద్ధిపరచడం జరిగింది.

4. బాంబు పదార్థములను పొందడానికి మరి మూడు మార్గాలు

ఇకముందు మన కథ – ఏకమార్గాభివృద్ధికి బదులు బహుమార్గాభివృద్ధిని సూచిస్తుంది. ఒకే లక్ష్యమును చేరుటకు అన్వేషకులు ఒకే మార్గముద్వారా గాకుండా యితర మార్గాలద్వారాగూడా తమ ప్రయాణం సాగించారు. వారు సాధించిన అభివృద్ధిని తెలుసుకొనవలనంటే వారితోపాటు మనంగూడా అన్నిమార్గాలలోనూ అనుసరించి పోవలసి ఉన్నది.

U - 238 నుంచి U - 235 వేరు అవటాన్ని గురించి పరిశీలిద్దాం. ఇవి ఐసోటోపులు, రసాయన ధర్మతారతమ్యముల ననుసరించి వీటిని వేరుచేయడానికి వీలులేదు. 238 కీ 235 కీ భారమునందు తేడాగల 3 భాగములనుబట్టి వీటిని వేరుచేయవలసిఉంటుంది. ఈ భౌతిక విభజనామార్గము మూడు బాటలుగా చీలిపోతుంది.

మొదటిబాట అయస్కాంతీకరణ సంబంధమైనది. దీనికి 'మాస్ స్పెక్ట్రొస్కోప్'ను ఉపయోగించాలి. థాంసన్ పండితుడు గెస్లెయిర్ నాళికయందు ఋణవిద్యుత్ ధృవమువద్ద ప్రప్రథమంగా నియాన్ – 20 నియాన్ – 22 ఐసోటోపులను విభజించిన విషయం జ్ఞాపకం చేసుకోండి. యీ పరికరానికి మార్పులుచేసి అభివృద్ధిపరచి, తద్వారా ఏస్టెన్ పండితుడు, గుత్తులు గుత్తులుగా ఉన్న ఐసోటోపుల ఉనికిని గుర్తించిన

విషయంగూడా జ్ఞాపకం చేసుకోండి. ఒక మూలపదార్థమును అయోనీకిరణము (Ionize) చేసి అయనముల ప్రవాహంగా మార్చి, అది శక్తివంతమైన అయస్కాంతమునకు దగ్గరగా వెళ్ళునట్లుచేయుటయే యిందలి మూలసూత్రము. విద్యుత్ ప్రేరణలోగాని, ద్రవ్యరాసిలోగాని ఉన్న తేడావల్ల ప్రవాహములోని మూలపదార్థములు విస్తరించి వేర్వేరుగా వంపులు తిరుగుతాయి; వీటిని వేర్వేరు స్థానములయందు పట్టుకొనవచ్చును. సాధారణంగా ఛాయాచిత్రఫలకంమీద యివి వేర్వేరు మచ్చలుగాపడతాయి. ఈ మచ్చలనుబట్టి ఆయా మూలపదార్థములను పరిశీలకులు తెలుసుకొనగలుగుతారు.

యురేనియముతో యీవిధంగా చేయవచ్చును. కొంత వరకూ గాలిని తీసివేసిన శూన్యనాళికలో యురేనియమును ఆవిరియగునట్లు చేయవచ్చును, అయోనీకరణము చెందునట్లు చేయవచ్చును. 20 వ చిత్రములో చూపిన విధంగా కాథోడ్ రంధ్రములద్వారా ధనవిద్యుత్ ఆయన ప్రవాహము వస్తూ ఉండగా ఒక శక్తివంతమైన అయస్కాంతముచే, U - 235, U - 238 అనే రెండు పిల్లకాలువలుగా విస్తరించునటుల చేయవచ్చును. ఛాయాచిత్ర ఫలకముమీద పడుటకు బదులు U - 235 కిరణము ఒక రంధ్రముగుండా వెళ్ళి, రంధ్రమునకు దూరములోనున్న తొట్టిలో పడుతుంది, U - 238 వెనుకగానే ఉండి వేరొకచోట జమ అవుతుంది.

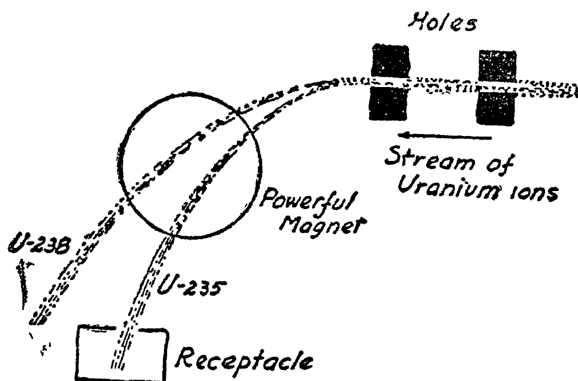
కాలిఫోర్నియా శాస్త్రజ్ఞులు యీ విషయమును గురించే పరిశోధనలు సల్పారు. 1941 డిసెంబరునాటికి, ఒక గ్రాము U - 235 లో మిలియనవ వంతును U - 238 నుంచి

వేరుచేయుటకు 1 గంట పడుతుందని వీరు తెలియజేశారు. ఒక గంటకి గ్రాము U - 235 లో మిలియనవవంతు చొప్పున లెక్క వేస్తే ఒక పౌను యురేనియం-235 సంపాదించడానికి 450,000,000 గంటలు పడుతుంది, అంటే షుమారు 60,000 సంవత్సరములకు సమానము. ఈ పద్ధతిద్వారా పదార్థం ఉత్పత్తి అయ్యేవరకూ ఎవరు కనిపెట్టుకుని ఉండగలరు.

ఈ విభజనా కార్యక్రమాన్ని భారీఎత్తున సాగించేందుకు వీలు ఉన్నదా? బహుశః అవకాశం ఉండవచ్చును. అయితే యిందునిమిత్తమై ప్రత్యేక యంత్రాలను నిర్మించవలసి ఉంటుంది. నూతన యంత్రాలను నిర్మించి పరీక్షించాలి. నూతన పరిశ్రమలను స్థాపించాలి. దీనికిగాను ఎంతో ధన సహాయం, మనిషి సహాయం కావాలి. అప్పట్లో దేశం మహా సంగ్రామంలో మునిగిఉన్నది. అవసరమైన పదార్థములుగాని, పరిశోధనలుసాగించడానికి తత్వవేత్తలుగాని లభ్యంకావటంలేదు.

ఇక రెండవపద్ధతి: కిరణపరాఙ్ముఖి (Centrifuge) ఆధారంగా U - 235, U - 238 లను భౌతికంగా విడదీయటం వేరుచేసేవిధాన పరికరానికి కిరణ పరాఙ్ముఖి అని ముద్దుపేరు వచ్చింది. వెనన్ను వేరుచేసే పేటికలో పాలనుపోసి గిరగిరా గుండ్రంగా తిప్పినప్పుడు, దానిలో తేలికయైన వెన్న పైకివచ్చి వేస్తుంది. బరువైన పాలు క్రిందకు దిగిపోతాయి. అదేవిధంగా 3 వంతుల భారము తారతమ్యముగా గల్గిన U - 235 U -238 క్రిందికి పైకి వెళ్ళునటుల ద్రవ్యరూపంలో గాని లేక వాయు రూపంలోగాని ఉన్న యురేనియమును ఎవరన్నా గిరగిరా గుండ్రంగా తిప్పగలరా?

కొలంబియాలో యూరేపండితుని నాయకత్వమున చేతుగా యీ విషయాన్ని గురించి పరీక్షలు జరిగినవి. 1941 అంతములో యిదిసాధ్యమేనని వెల్లడిఅయినది. కార్లకోహెన్ దీనికి సంబంధించిన కొన్నివివరాలు తెలియజేశాడు; ఒకరోజు నకు రెండుపౌనుల U-235 ని పొందవలెనంటే, 3 అడుగుల పొడవు గలిగి అతివేగంగా తిరిగే 22,000 కిరణ పరాణ్ముఖి యంత్రాలను ఉపయోగించాలి. దీనికితోడు యురేనియమును ద్రవముగాను వాయువుగాను మార్చుటకు పెద్ద పెద్ద కర్మాగారములు కావలయును. పంపింగ్ యూనిట్లు, శీతలోపకరణ



20 వ పటము

యంత్రాలు, యింకా అనేక బరువైన యంత్రాలు అవుసరమవుతాయి దీనిని చేయవచ్చును. కాని సమయము, మనుష్యులు, మిలియన్లకొద్దీ ధనమూ కావాలి.

U-235, U-238 మధ్యనున్న తారతమ్యభారము మీాద మూడవవిధానం ఆధారపడియున్నది. దీనిని వాయు

విస్తృత (Gleseous diffusion) పద్ధతి అని అంటారు. ఈ పద్ధతి ఆధారంతోనే ఏస్టన్‌పండితుడు నియాన్ - 20, నియాన్ - 22 వేరుచేయడానికి ప్రయత్నించాడు. ఈపద్ధతి చాలవరకు విజయవంతమైనది. ఆ తర్వాతకాలంలో, దీని ఆధారంతోనే ఆకుపచ్చని హాలినవాయువు ఐసోటోపులను వేరుచేయడానికి ఉపయోగించారు.

మొదటిమెట్టు : యురేనియమును ఒక సంయోగద్రవ్యంగా అనగా వాయుపదార్థంగా మార్చవలయును. ఇది చాలా సులభం, యురేనియం ఫ్లోరినుల సంయోగ పదార్థము అటువంటి వాయువే. ఈ వాయువు యురేనియం హెగ్జాఫ్లోరైడ్. దానిని ఆ పేరుతోనే వ్యవహారిస్తారు. యురేనియం హెగ్జాఫ్లోరైడ్. దానిని ఆ పేరుతోనే వ్యవహారిస్తారు. యురేనియం పేరును రహస్యంగా దాచవలయుననే ఉద్దేశ్యంతో బ్రిటిష్‌వారు దానిని నాళికామిశ్రలోహం (Tube Alloy) అని పిలిచేవారు. ఈ కారణంవల్ల ఆ కాలంలో వాయువు 'నాళికా మిశ్రలోహ హెగ్జాఫ్లోరైడ్'గా వ్యవహారించబడింది. ఒక ఫలకము లోని సూక్ష్మరంధ్రములద్వారా యీ వాయువును గనక పోనిస్తే యీ వాయువు అణువులందలి తేలిక U - 235 ఐసోటోపు, బరువైన U - 238 ఐసోటోపునకన్నా వేగంగా ముందుకు వెడుతుంది. ఫలకమును దూసుకు వెళ్ళిన వాయువులో U - 238 కన్నా U - 235 స్వల్పంగా అధికంగాఉంటుంది. దీనిని యింకా అధికం చేయవలెనంటే, ఒకదాని తర్వాత ఒకటిగా అనేకఫలకములలోనుంచి పోనివ్వాలి. చివరికి మిగిలే వాయువునందు అధికప్రమాణంలో U - 235 ఉంటుంది.

ఒక రోజులో 2 పౌనుల U - 235 ని సంపాదించుటకు యీ వాయువు ఒకదానితర్వాత ఒకటిగా 5000 ఫలకాలను దూసుకుని వెళ్ళవలసిఉన్నట్లు ప్రయోగపరిశీలనలవల్ల నిర్ధారణ అయినది. ఏ ఫలకాలద్వారా వాయువు పంప్ చేయబడు తుందో వాటి వైశాల్యము కొన్ని ఎకరములమేర ఉండాలి. మొట్టమొదట వేసిన అంచనాలను బట్టి ఈపనికి ఉద్దేశించిన కర్మాగార నిర్మాణానికి 20 మిలియన్ల డాలర్లకన్నా అధికంగా వెచ్చించవలసి ఉంటుందని తేలింది.

వాషింగ్టన్‌లో 'బ్యూరో ఆఫ్ స్టాండర్డ్స్' నందు నాలు గవ విధానాన్ని పరీక్షించి చూచారు. విస్తృత విధానము (diffusion Method) ను కొన్ని మార్పులుచేసి నావికా పరిశోధన ప్రయోగశాలయందు పని ప్రారంభించారు, మొదట్లో కొంత ఆశాజనకంగానే కన్పడింది. ఒక తాత్కాలిక కర్మాగార మును గూడా నిర్మించారు. కాని ఆ తర్వాత వదిలివేశారు. ఎన్నిపద్ధతులలో ప్రయోగపరిశీలనలు జరిగినవో తెలియజేయ డానికే యీ విషయాలన్నీ వ్రాసుకువచ్చాను.

4. ధనం ప్రవహించటం ప్రారంభించింది

మనం 1941 తుదిభాగంలో ఉన్నాము. కొలంబియాలో అల్లికకట్టడపు స్థూపిక(lattice pile) ఆధారంతో గుణకార కార కాంకము (Multiplication factor) 0.87 గా ఫెర్మీపండితుడు కనిపెట్టాడు.

కాలిఫోర్నియాలో ప్లూటోనియంయొక్క ధర్మములు రసాయనికంగా పరిశీలింపబడి నిర్ధారణ అయినవి. సామాన్య

యురేనియం గ్రాఫైట్‌లతో నిర్మించిన అల్లికకట్టడపు స్థూణిక యందు, U-235 తో అనుక్రమవిక్రియ (Chain reaction) ను నెలకొల్పితే. విడుదల అయ్యే న్యూట్రానులలో అధికంగా ఉండేవానితో U-238, ప్లూటోనియం 23) గా మారునట్లు చేయవచ్చును. ఈవిధంగా స్థూణిక తన స్వయంశక్తితో ప్లూటోనియమును తయారుచేస్తుంది. U-235 ని వేరుచేయడానికి అథవా మూడు విధానములైనా పరిశీలింపబడినవి. కొద్ది పరిమాణాలను తీసుకుని ప్రయోగపరిశీలనలు జరిపారు. వీటి ఫలితాలు ఆధారంచేసుకొని భారీఎత్తున నిర్మాణ కార్యకలాపములు జరపడానికి ఎంతధనం వెచ్చించవలసిఉంటుందో ఉజ్జాయింపుగా అంచనాలు వేశారు.

ఈ సమయంలోనే ఇంగ్లండ్‌నుంచి యురే, పెగ్రామ్ పండితులు తిరిగివచ్చి, యురేనియం పరిశీలనా కార్యకలాపమును తీవ్రతరం చేయవలసిన ఆవశ్యకతను గురించి నొక్కి వక్కాణించారు. జర్మనులు డెన్మార్కుమీద విరుచుకుపడ్డారు. నార్వేను జయించారు. హాలెండ్, బెల్జియములు పాదాక్రాంతం అయిపోయాయి, ఫ్రాన్స్ ఓడిపోయింది.

నార్వేలో భారీఎత్తున గురుజలము (Heavy Water) ను ఉత్పత్తిచేసే పెద్ద కర్మాగారమును జర్మనులు వెంటనే స్వాధీనపరచుకున్నారు. అనుక్రమ విక్రియలో ఉత్పత్తి అయ్యే న్యూట్రానుల వేగమును తగ్గించడానికి ఉపయోగించే మితకారిగాగాక యీ భారజలమువల్ల జర్మనులకు వేరే ఉపయోగం ఏమి ఉంటుంది? న్యూట్రానుల వేగమును తగ్గించడానికి భారజలమును మితకారిగా ఉపయోగించ వచ్చునని మనం యిది

వరకే తెలుసుకున్నాము. కాని భారజలమునకు బదులు గ్రాఫైట్ సులభంగా లభ్యమౌటవల్ల మితకారిగా ఉపయో గింపబడుతున్నది. అయితే, అవసరమైతే ఉపయోగపడుతుం దనే ఉద్దేశ్యంతో యురే పండితుడు భారజలమును ఉత్పత్తి చేస్తూనేవచ్చాడు. బ్రిటిష్‌వారు, వారిని అనుసరించి ఫ్రెంచి వారు, భారజలమును మితకారిగా ఉపయోగించడానికి నిశ్చ యించారు. ఫ్రాన్స్‌లో నెమ్మది నెమ్మదిగా ప్రోగుచేసి ఉంచిన భారజలమును, జోలియట్ పండితుడు తాను పారిస్‌ను వదలు టకు పూర్వమే ఇంగ్లండ్‌నకు పంపివేశాడు.

ముమ్మరంగా జరుగుతూన్న యుద్ధ కార్యకలాపముల యందు విజ్ఞానశాస్త్ర సహాయం అత్యావసరం అయింది. నేష నల్ డిఫెన్స్‌రీసెర్చి కమిటీ (N. D. R. C.) విస్తృతమై, ఆఫీస్ ఆఫ్ సైంటిఫిక్ రీసెర్చి అండ్ డెవలప్‌మెంట్ (O. S. R. D.) గా రూపొందినది. దీనికి వానెవరబుష్ అధిపతి. దీనిలో రెండు భాగాలూ, అనేకశాఖలూ ఉన్నవి. ఇవి తత్వవేత్తలచే నిర్వహింపబడే పౌరసంఘాలు. వీరు ఆ యా సమస్యలను పరిశీలించి, కాంట్రాక్టులరూపంలో విశ్వవిద్యాలయములకు, పరిశోధనా సంస్థలకూ అవసరమైన సొమ్మును కేటాయిస్తారు.

1941 నవంబరులో NDRC యొక్క యురేనియంశాఖ, OSRD ప్రథమశ్రేణిశాఖ: S-1 అయినది. 1941 డిసెంబరులో పరమాణు విచ్ఛేదన విషయంలో తీవ్రమైనకృషి సల్పవలయు నని నిశ్చయింపబడినది. ఈ శాఖను తత్వవేత్తల ప్రణాళికా శాఖగా మార్చారు. కార్యకలాపములను సమర్థవంతంగా నిర్వహించడానికి, ముగ్గురు అధికారులను నియమించారు.

బుష్, ఒక ప్రత్యేక ప్రణాళికాసంఘాన్ని నియమించాడు. ఈ కార్యకలాపమునకు సంబంధించిన సాంకేతిక యింజనీరింగ్ విషయములకూ, పదార్థసేకరణకూ, నమూనా యంత్రముల నిర్మాణమునకూ భారీ ఎత్తున ఉత్పత్తి చేయుటకు అవసరమైన యంత్రస్థాపనకూ, అన్నింటికీ యీ సంఘానిదే బాధ్యత.

సహజంగా రాజకీయములయందు విజ్ఞానవేత్తలకూ ఇంజనీర్లకూ అంతగా ఆసక్తి ఉండదు. రాజ్యాంగ సంబంధమైన నిర్ణయములు చేయుటకు శిఖరాగ్ర నిర్ణాయకసమితి (Top policy group) ఒకటి ఏర్పడింది. ఈసమితిలో ప్రెసిడెంట్ రూజువెల్ట్, వైస్ ప్రెసిడెంట్ H. A. వాలెస్ యుద్ధకార్యదర్శి H. L. స్టిమ్‌సన్, చీఫ్ ఆఫ్ స్టాఫ్ G. E. C. మార్షల్ O S R D డైరెక్టర్ V. బుష్, N D R C డైరెక్టర్ J. B. కోనెన్ట్ సభ్యులు. 1941 డిసెంబరులో జరిగిన శిఖరాగ్ర నిర్ణాయక సమితియందు—ఇంజనీరింగ్ పథకాలను రూపొందించుట, తాత్కాలిక కర్మాగారములను నిర్మించుట, ప్రయోగపరిశీలనలను కొనసాగించుటకు O S R D బాధ్యత వహించి, కార్యకలాపములను చకచకా శరవేగంతో నడిపించునటుల నిర్ణయించబడినది ఈ కార్యక్రమానికి షుమారు 5 మిలియన్ల డాలర్లు ఖర్చుచేయవలసిఉంటుందని బుష్ అంచనా వేశాడు. నిర్మాణ కార్యక్రమం భారీఎత్తున ప్రారంభంకాగానే సైనికశాఖ యీ కార్యభారం వహించవలెననీ, దీనికి సంబంధించిన సమస్యలను త్వరలోనే క్షుణ్ణంగా తెలుసుకొనగలిగిన సమర్థుడైన ఒక సైనికాధికారిని నియమించడం మంచిదనీ బుష్ సూచించాడు.

అనుకున్న ప్రకారం కార్యకలాపం పురోగమించటం ప్రారంభించింది. ముగ్గురు కార్యకర్తలు: కాలిఫోర్నియా వాసి E. O. లారెన్స్, చికాగోవాసి A. H. కామ్టన్, కొలంబియా వాసి H. C. యురేవండితులు మొదట అనుకున్న ప్రకారం కార్యక్రమాన్ని చురుకుగా కొనసాగించారు. కొద్దిపాటి పరిపాలనా సంబంధమైన మార్పులు తప్ప మిగతా, శాస్త్రసంబంధమైన, యింజనీరింగ్ సంబంధమైన నిర్మాణ కార్యకలాపములు O S R D అజమాయిషీలో శీఘ్రగతిని జరిగినవి. 1943 ప్రారంభంలో యీ కార్యభారమును మాన్‌హట్టన్ జిల్లా స్వీకరించింది.

1942 ఆగష్టు నాటికి భారీ ఎత్తున ఉత్పత్తి సమస్య తల పైకి ఎత్తింది. బుష్‌యొక్క సలహాను అనుసరించి ఉత్పత్తి కార్యభారం ఇంజనీర్లతోనూ, సైనికశాఖ ప్రతినిధులతోనూ ఏర్పాటుచేసిన ఒక నూతన సంఘానికి అప్పచెప్పారు. దీనిని D S M (Development of Substitute Materials) అని పేరు. అధికార భాషలో Manhattan District of Engineers అనీ, సర్వసామాన్యంగా Manhattan Project అనీ దీనికి పేరు వచ్చింది. దీనిని ప్రప్రథమంగా కల్నల్ J. C. మార్షల్ అనే ఆయన నెలకొల్పాడు. 1942 సెప్టెంబర్‌లో మేజర్ జనరల్ L. R. గ్రోవ్స్ నిర్వహణ బాధ్యత స్వీకరించాడు. ఆ తర్వాత యీసంఘం, శాస్త్రపరిశోధనలు, అభివృద్ధి కార్యక్రమాలకు అజమాయిషీ వహించింది. 1947 లో ఈ కార్యభారాన్ని పౌర పరమాణుశక్తి విచారణా సంఘం స్వీకరించింది.

6. యురేనియం విచ్ఛేదన తనంతటతాను కొనసాగుతూంది

ప్రయోగ పరిశీలనలు ఎంతో చురుకుగా కొనసాగినా, అత్యంత వేగంగా సాధించితీరాలని తీవ్రమైనకృషి జరిగినా, 1942 జనవరివరకూ ఏమీ సాధింపబడలేదు. అనుక్రమ విక్రియ (Chain reaction) ప్రారంభంకాలేదు. దీనిని సాధించడానికి తగినంత సమయము, అనుగుణ్యమైన పరికరాలూ కావాలి. వీటితో తగిన ప్రమాణాలకు పదార్థములను పరిశుభ్రపర్చాలి. స్థూణికను సమర్థవంతమైనదిగా చేయుటకు, ఏ పద్ధతిలో నిర్మించాలో పరిశీలించాలి. కార్యక్రమంలోని మిగతావిషయాలపట్ల జరిపే కృషిగూడా, అవధిపరిమాణమునకు సరిపడినంత పదార్థము ప్రోగై సరిగా అమర్చినప్పుడు అనుక్రమ విక్రియ ప్రారంభం అయి తీరుతుందనే నమ్మకంతో జరగాలి.

అందుకు ప్రథమచర్యగా కామ్టన్, కొలంబియా వర్గంలోనుంచి కొంతమందిని వీరి చికాగో విశ్వవిద్యాలయమునకు పంపించాడు. వీరిలో ఫెర్మి, స్జిలార్డ్, ఆండర్సన్, జిన్ పండితులు ఉన్నారు. చికాగోలోని నూతనస్థలమును మెటలర్జికల్ లేబొరేటరీ అని అంటారు. విశ్వవిద్యాలయములో పదార్థ రసాయన ప్రయోగశాలలన్నీ దీని అజమాయిషీలోనికి వచ్చాయి. ఆ తర్వాత దీని ఆధిపత్యం యితరత్రా ఉన్న ప్రయోగములకుకూడా ప్రాకినది.

మొట్టమొదటగా వీరు తలపెట్టిన కార్యక్రమంలో అను క్రమ విక్రియ (chain reaction) కు అత్యంత ప్రాధాన్యస్థానం యివ్వబడింది. 1942 లో ఆ సంవత్సరమంతా గ్రాఫైట్ యురే నియములను సంపాదించి పరిశుభ్రపరిచారు. పదార్థముల యొక్కా స్థూణికలయొక్కా లక్షణములను తెలుసుకొనుటకు ప్రయోగాత్మక అల్లికకట్టడపు స్థూణికలు (Lattice piles) నిర్మిం చారు. సంవత్సరాంతమునకు అల్లిక కట్టడపు స్థూణికయందు, తనంతతానుగా అనుక్రమ విక్రియ కొనసాగడానికి అవసరమై నంత పదార్థమును ఉంచి, మరొకసారి పరీక్షలు జరపడానికి కావలసిన పరిమాణంలో పదార్థమును సేకరించారు.

చికాగో విశ్వవిద్యాలయ స్టేడియమునందు, స్క్వాష్ కోర్టులకు అడుగున స్థూణికను నిర్మించారు. పూర్వం వలెనే గ్రాఫైట్ యిటుకలను పేర్చి యురేనియమును క్రమపద్ధతిలో ఖాళీ జాగాలయందు ఉంచారు. ఒక్క ముఖ్యమైన జాగ్రత్త తీసుకున్నారు. తొలగించడానికి వీలైన కేడ్మియం కడ్డీలను స్థూణికయందు అనేక తావులయందు జొనిపారు. కేడ్మియం న్యూట్రానులను పీలుస్తుంది కాని వాటివల్ల మార్పు చెందదు. ఒక చోటనుండి మరొక-చోటకు ప్రసారమయ్యే న్యూట్రానుల గమనమును అగడ్తవలె అడ్డి తద్వారా కేడ్మియం కడ్డీలు అనుక్రమ విక్రియ వేగమును అదుపులో ఉంచుతాయి. ఈ కేడ్మియం కడ్డీలను ఉపయోగించటం ఎంతో ప్రయోజన కారి అయినది. అనుకున్న దానికన్నా స్థూణిక బాగా పని చేసింది. 1942 డిసెంబరు 1 వ తేదీకల్లా స్క్వాష్ కోర్టులవద్ద సర్వం సిద్ధమైనది.

విచిత్రమైన నాటక సంఘటనవలె సరిగా యిదే సమయానికి మెటలర్జికల్ లాబొరేటరీవారు నిర్వహిస్తూఉన్న కార్యక్రమాలను తనిఖీచేయడానికి, సమీక్షాసంఘం (Reviewing Committe) వారు చికాగో నగరం చేరారు. 1942 డిసెంబరు 2 వ తేదీనాడు విజ్ఞానశాస్త్ర చరిత్రలో అత్యంత ప్రాధాన్యమైన సంఘటన జరిగింది. ప్రపంచ చరిత్రలో ప్రప్రథమంగా, తనంతతానుగా కొనసాగగల కేంద్రకవిచ్ఛేదనా అనుక్రమ విక్రియకు, మానవులు ప్రారంభోత్సవం చేశారు.

—

VIII

పరమాణు బాంబుల ఉత్పత్తి

1. కొద్ది ప్రమాణంలో నూతన పరమాణువు : ప్లుటోనియం ఉత్పత్తి

తనంతతానుగా నిర్వహించే అనుక్రమ విక్రియా స్థూణి కల నిర్మాణంవల్ల ఒకేసారి రెండు సమస్యలు తీరి పోయినవి. మొదటిది: U - 235 అనుక్రమ విక్రియ సాధ్యమనే విషయం తేలిపోయింది. కాబట్టి కేంద్రకములోని సంపుటీకరణ నష్టంనుంచి వచ్చే పరమాణుశక్తి నెమ్మదిగా విడుదల అయితే సాంకేతిక విషయములకూ, వేగంగా గనక విడుదల అయితే బాంబునకూ అందుబాటు అవుతుంది. ఇక రెండవది: U - 235 వలె ప్రవర్తించే ప్లుటోనియమును స్థూణికయందు ఉత్పత్తి చేయవచ్చునని ఋజువైనది.

అల్లికకట్టడపు స్థూణిక, స్వయంశక్తిపై కొనసాగగలదు. అంటే దాని అర్థం, U - 235 పరమాణువుయొక్క ప్రతి విచ్ఛేదనమూ న్యూట్రానులను ఉత్పత్తిచేస్తుంది. వీటిలో ఒక న్యూట్రానైనా మరొక U - 235 పరమాణువును చేరటంతో

అది విచ్ఛిన్నమై అనుక్రమ విక్రియను కొనసాగిస్తుంది. కాని U - 235 యొక్క పరమాణువు ఒక న్యూట్రానుకన్నా అధికంగా ఉత్పత్తిచేస్తుందని మనం యిదివరలో తెలుసుకుని ఉన్నాము. అధికంగా ఉత్పత్తి అయ్యే యీ న్యూట్రానుల గతి ఏమిటి? యీ న్యూట్రానులు U - 238 చే బంధింపబడతాయి. U - 238 నెప్ట్యూనియంగాను, ఆ తర్వాత ప్లుటోనియంగానూ మారి రేడియో ధార్మికతను విడుదలచేస్తుంది. మరోమాటలో చెప్పవలసివస్తే, స్థూణిక అనేది U - 238 ని, P U - 293 గా మార్చే పరమాణు కర్మాగారము అని చెప్పవచ్చును. మధ్యయుగపు స్పర్శవేదిమణి (Philosopher's Stone) భారీ ఎత్తున ఉత్పత్తికావడానికి సంసిద్ధమైనది.

అప్పటి మొదలు, ప్లూటోనియం ఉత్పత్తి అనేది ఇంజనీరింగ్ సమస్య అయింది. మాన్‌హట్టన్ జిల్లా అప్పటికే రూపొంది, ఈ ప్లూటోనియం ఉత్పత్తి కార్యభారమును స్వీకరించింది. ఆ తర్వాత మాన్‌హట్టన్‌జిల్లా E. I. డూపాంట్ నెమేర్స్ కంపెనీని భారీఎత్తున ప్లూటోనియం ఉత్పత్తి చేయుటకు ప్రోత్సహించినది. ఈ కార్యక్రమాన్ని అమలు పరచటంలో లాభాలు ఆశించరాదనీ, దీనికి పేటెంట్‌హక్కులు ఉండరాదనీ డూపాంట్‌కంపెనీ కొన్ని నిబంధనలు పెట్టింది. డూపాంట్ కంపెనీ రసాయన క్షేత్రమును వదిలి భౌతిక శాస్త్రక్షేత్రమును క్రొత్తగా ప్రవేశిస్తూ ఉన్నందువల్ల, ఈ కార్యక్రమమునకు సంబంధించిన ప్రాథమిక పరిశీలనముల నన్నింటినీ చికాగోలోని మెటలర్జికల్ లేబొరేటరీయే చాలావరకు చూస్తూ ఉండాలని, డూపాంట్ కంపెనీమాత్రం ఇంజనీరింగ్ వాణిజ్యరంగాలలో

తనకుగల అనుభవమును దీనికోసం వెచ్చించాలని నిర్ణయం జరిగింది.

పరిశోధనా స్థూణికలను గురించి ఒక మూల పరిశీలనలు జరుగుతూ ఉండగానే, బాంబుల నిర్మాణమునకు అవసరమైన ప్లుటోనియమును ఉత్పత్తి చేయుటకుగాను ఏ పద్ధతిలో భారీ ఎత్తున పారిశ్రామిక కర్మాగారములను నిర్మించవలయునో, మెటలర్జికల్ లేబొరేటరీవారు చర్చలు సాగించారు. ప్రథమ స్థూణిక విజయవంతమైనదని తెలుసుకొనడానికి పూర్వమే నమూనా రేఖాచిత్రాలను గీసి ఉంచారు. విడుదల అయ్యే రేడియోధార్మికత, ఉష్ణము, స్వల్పపరిమాణంలో ఉండటానికి స్థూణిక అత్యల్పశక్తితో నడిచేటట్లు చేయబడింది. ఈ పరిస్థితులలో 1 పౌను ప్లుటోనియమును ఉత్పత్తి చేయవలయునంటే 300 సంవత్సరములకు తక్కువపట్టదు. కాబట్టి పారిశ్రామిక కర్మాగారాలు ఉత్పత్తి కార్యక్రమాన్ని అతివేగంగా కొనసాగించాలి.

దీనిలోని సాధక బాధకాలు ఏమిటో యిక్కడ ఒక్కసారి ఆగి పరిశీలిద్దాము. స్థూణిక వెలువలనుంచి U-235 పరమాణువునకు ఒక న్యూట్రాను సరఫరా చేయబడినదని అనుకుందాము. U-235 పరమాణువు విచ్ఛేదమై న్యూట్రానులను విడుదలచేస్తుంది. ఈ విడుదల అయినవాటిలో ఒకే ఒక న్యూట్రాను గనుక U-235 పరమాణువును చేరితే అది విచ్ఛిన్నమై మళ్ళీ న్యూట్రానులను విడుదల చేస్తుంది. ఈ విధంగా అనుక్రమ విక్రియ సాగిపోతూంది. గుణకార కారణాంకము 1.00 అవుతుంది. ఏసమయంలోనైనా ఒకేఒక U-235 అణువు

విచ్ఛేదమై న్యూట్రానులను విడుదలచేస్తూ ఉంటుంది. ఒక దాని తర్వాత ఒకటిగా అణువులు విచ్ఛేదమైనప్పుడే అనుక్రమ విక్రియ కొనసాగగలుగుతుంది.

U. 235 లోని 100 పరమాణువులను 100 మందగతి న్యూట్రానులు ఒకేసారి విచ్ఛేదమగునట్లు చేస్తున్నవనుకుందాము. విక్రియ అప్పుడుగూడాసాగుతూంది, దానికి 100 అనుక్రమాలు ఏర్పడినవన్నమాట. ఇప్పటికీ దాని గుణకార కారణాంకము 1.00 మాత్రమే. అయితే ఉత్పత్తి అయ్యే ప్లుటోనియం ఎంతో అధికంగా ఉంటుంది. విపరీతమైన ఉష్ణము, రేడియో ధార్మికత విడుదల అవుతవి. ఇదే గనక నిజమైతే అనుక్రమ విక్రియను ప్రథమంగా 1000 లేక ˙,000,000 పరమాణువులతో ఎందుకు ప్రారంభించరాదు? ఉష్ణము, రేడియోధార్మికతలు మినహా దీనికి వేరే హద్దు ఏమీలేదు.

ఉష్ణము, రేడియోధార్మికతలవిషయమై తగిన జాగ్రత్త తీసుకొనుటకుగాను పరమాణు కర్మాగారములను, మానవులు నివసించే ప్రాంతములకు ఎంతోదూరంలో నిర్జన నిరపాయ ప్రదేశములయందు నిర్మించవలసిఉన్నది. ఈ కర్మాగార ప్రాంతమున పరిసరములలోనే అవసరమైనంత విద్యుచ్ఛక్తిని సరఫరాచేసే విద్యుదుత్పత్తికేంద్రాలు ఉండాలి. కర్మాగారములలో పనిచేసేవారికి నివసించేందుకు గృహాలూ మిగతా సదుపాయాలూ ఉండాలి. స్థూణికలను చల్లార్చుటకు వీలుగా దగ్గరలో ఎడతెగని నీటిపారుదల గల్గిన నదిఉండాలి.

'క్లింటన్ ఇంజనీర్ వర్క్సు' అనే పేరుతో టెన్నెసీ లోయలోని ఓక్‌రిడ్జ్‌వద్ద ప్రథమ కర్మాగారము నిర్మింపబడినది.

ఇది ఎంతో మారుమూలప్రాంతమైనా T. V. A. విద్యుదుత్పత్తి కేంద్రానికి సమీపంలో నున్నది. 1943 జనేవరి నాటికి ప్రాథమిక పరిశీలనలూ, పథక రచనలూ పూర్తిఅయి వెంటనే నిర్మాణ కార్యక్రమం ప్రారంభం అయింది. ఆ తర్వాత దీనిని విస్తృతపరిచారు. దీనిలో ప్రథమంనుంచీ పరిశోధనా ప్రయోగ శాలలూ, ఉత్పత్తి యంత్రాలూ నెలకొల్పబడిఉన్నాయి. ఛాయాచిత్రములలో చూస్తే యిది ఒక బ్రహ్మాండమైన నిర్మాణంగా మనకు కనిపిస్తుంది. కాని దీనికన్నా తర్వాతకట్టిన హాన్‌ఫోర్డ్ నిర్మాణం మరీ పెద్దది. ప్లూటోనియమును ఉత్పత్తి చేయడానికి, రసాయనికంగా యురేనియంనుంచి ప్లూటోనియంను వేరు చేయడానికీ క్లింటన్ కర్మాగారము ఉద్దేశింపబడినది.

స్థూణికయందు U - 238 నుంచి ప్లుటోనియం రూపొందు తుంది. మిగతాపదార్థములనుంచి ప్లుటోనియమును రసాయనిక ముగా వేరుచేయడానికి వేరేమార్గములుతొక్కవలసియున్నది. దీనికిగాను ప్లుటోనియమును గురించిన రసాయన పరిజ్ఞానం చాలా అవసరం. దీనినిగురించి తెలుసుకోవలసిన కార్యభారం మెటలర్జికల్ లేబొరేటరీమీద నున్నది. ఇది ఒక విచిత్రమైన కథ: ప్లుటోనియమును సూక్ష్మాతిసూక్ష్మమైన పరిమాణంలో ఒకేచోట చేయవలసిఉండటం (మొదట కాలిఫోర్నియా విశ్వ విద్యాలయంవద్ద, ఆ తర్వాత సెయింట్ లూయీస్‌లో వాషింగ్టన్ విశ్వవిద్యాలయంవద్దా చేశారు), దాని లక్షణము లను విక్రియలను వేరొకచోట పరిశీలింపవలసిఉండటం, యీ విచిత్రానికి కారణాలు. 1942 సంవత్సరాంతమునకు పరిశుద్ధ

రూపంలో, గ్రాములో 500 మిలియనవవంతు ప్లుటోనియం మిశ్రపదార్థము ఉత్పత్తి అయినది. ఈ పదార్థ పరిమాణం యింతేనా అని మనం చప్పరిస్తాము. కాని మైక్రో కెమిస్టులకు యిదే పెద్ద పెన్నిధి. గ్రాములో 1 మిలియనవభాగంతో వారు ప్రయోగపరిశీలనలు చేయగలరు.

ఈ మార్గాలలో సంపాదించిన శాస్త్రవిషయక సమాచారమును, భారీఎత్తు ఉత్పత్తి విధానాలలోనికి బదిలీ చేయవలసిఉన్నది. సమాచారమును స్వరూపంలోనికి మార్చవలసిన బాధ్యత క్లింటన్ విభజనా యంత్రాగారములో పనిచేస్తూ ఉన్న రసాయన తత్వవేత్తలమీాదా, ఇంజనీర్లమీాదా ఉన్నది. వారు తమ బాధ్యతలను అద్భుతంగా నిర్వర్తించారు. వారి విధానములే తర్వాత నిర్మించిన హాన్‌ఫోర్డ్ కర్మాగారమునకు ప్రాతిపదిక లయినవి. దీనికితోడు క్లింటన్ పరిశోధనా శాలలు శిక్షణా కేంద్రములుగా కూడా పనిచేసినవి. ఈ కేంద్రాలలో శిక్షణపొందినవారే ఆతర్వాత హాన్‌ఫర్డ్ కర్మాగారములో చేరి అనేక శాఖలలో పనిచేయటం ప్రారంభించారు.

2. భారీఎత్తున ప్లుటోనియం ఉత్పత్తి

'హాన్‌ఫర్డ్ ఇంజనీర్‌వర్క్స్' అనే పేరుతో ఒక భారీ ప్లూటోనియం కర్మాగారం, కొలంబియా నదికి పశ్చిమంగా నిర్మింపబడింది. దగ్గరలోనే గ్రాండ్ కేపీ ఆనకట్ట కావలసిన విద్యుచ్ఛక్తిని సరఫరాచేయుటకు అనువుగా నున్నది. సమీాపంలోనే కొలంబియానది ఉన్నది. దానిలో కొంతనీటిని మళ్లించి,

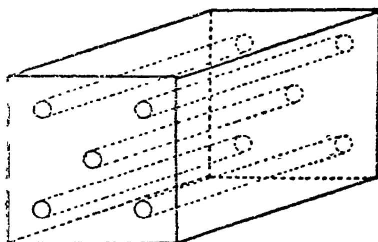
చల్లార్చడానికి వీలుగా స్థూణికలలోనుంచి ప్రవహింప చేయ వచ్చును.

నవీన ఇంజనీరింగ్ విజయపరంపరలలో, హానఫర్డ్ కర్మాగారనిర్మాణం అతి ముఖ్యమైనదని చెప్పవచ్చును. ఈ కార్యక్రమ నిర్వహణంలో పాల్గొనేకార్మికుల నివాసవసతుల నిర్మాణం 1943 ఏప్రియల్ 6 వ ప్రారంభమైనది. 1944 లో శిఖరాగ్ర స్థాయిలో నిర్మాణకార్యక్రమం కొనసాగుతుండగా యీప్రాంతంలో దాదాపు 60,000 మంది ప్రజలు నివసిస్తూ ఉన్నారు. ఒకప్పుడు నిర్జననిరామయమైన ప్రాంతం యిప్పుడు రాష్ట్రంలో నాలుగవ నగరంగా రూపురేఖలు దీర్చి దిద్దు కొన్నది. ప్రథమస్థూణిక నిర్మాణం 1943 జూన్ 7 వ తేదీన ప్రారంభమైనది. ఈ స్థూణిక నాలుగుమాసాల అనంతరం పని చేయడం ప్రారంభించినది.

భారీఎత్తులో ప్లుటోనియం ఉత్పత్తికి ఉద్దేశింపబడిన యీ స్థూణికలకూ, చికాగోలో నిర్మింపబడిన వీటికి కొంత తేడా ఉన్నది. ఇది 21వ చిత్రములో చూపబడింది. గ్రాఫైట్ యిప్పుడు అవిరామ ద్రవ్యరాసిగా నున్నది దీనిలోపల కొన్ని గొట్టాలు పొందుపరచబడినవి. ఈ గొట్టములద్వారా చల్లని నీరు తిరుగుతూ ఉంటుంది. యురేనియం చిన్న చిన్న ముద్ద లుగా లేదు. కడ్డీలరూపంలో ఉండి పొడుగుగానున్న రంధ్రా లలో లోపలికి నెట్టబడతాయి.

సులభంగా తీయడానికి లోనికి పోనివ్వడానికి వీలుగా యురేనియం కడ్డీలను, డబ్బీలలో మూసివేశారు. చికాగో వారికి యీ విషయంలో తలనెప్పి ఎక్కింది. యురేనియం

కడ్డీలను పట్టిఉంచగల పదార్థమును కనుగొనడానికి కొన్ని నెలలు పరిశోధన చేయవలసివచ్చింది. ఈ పదార్థము తినివేయ బడకుండా ఉండాలి. రేడియోధార్మిక ప్రభావంవల్ల మార్పు చెందకూడదు. విద్యుద్వాహకంగా పనిచేయాలి. అధికపరిమాణాల్లో లభ్యంకావాలి. ఈ లక్షణాలు అన్నీ ఉన్న పదార్థం అల్యూమినియం అని చివరకు తేలింది.



21 వ పటము

చల్లబరిచే నీరు మరొక సమస్య: నీటిని అధికంగా వేడిచేస్తే, ఆ నీరు తిరిగి నదిలోనికి వెళ్ళినప్పుడు చెట్లూ చేమలకూ, జలచరాలకూ జంతువులకూ ప్రమాదం సంభవిస్తుంది. అంతేగాకుండా యీనీరు కొంత రేడియో ధార్మికతను తనలోకి పీల్చుకుంటుంది. కాబట్టి కొంత కాలంపాటు దీనిని ఒకచోట నిలవచేసి ప్రమాద కారణం సమసిపోయిన తర్వాత నదిలోకి వదిలిపెట్టాలి.

స్థూణికలో కొంత యురేనియం ప్లుటోనియంగా మారగానే, రసాయనికంగా ప్లుటోనియమును బయటకు తీయడానికి వీలుగా కడ్డీలను విభజనా యంత్రంలోకి మార్చాలి. ఇతర

విచ్ఛేదనా పదార్థములు అమితంగా ప్రోగవుతున్నందువల్ల యురేనియం అంతా సంపూర్తిగా ప్లుటోనియముగా మారి పోయేంతవరకూ వేచియుండడానికి వీలులేదు. విచ్ఛేదనా ఉత్పత్తి పదార్థాలు, విపరీతమైన రేడియో ధార్మికతను కలిగి ఉంటవి. మామూలు రసాయన విధానముల ద్వారా వీటిని అదుపులోపెట్టుట సాధ్యంకాదు. రసాయన తొట్టెలకు, పని చేసే కార్మికులకూ మధ్య కాంక్రీట్ గోడలు నిర్మించాలి. మారుమూలలనుండే కంట్రోలు సాధనల సహాయంతో పదార్థములను వేరుచేయుట, కలుపుట. అవక్షేపము చేయుట కడుగుట మొదలైన పనులన్నీ చేస్తారు.

ఈ చిన్నపుస్తకంలో యీ విషయాల నన్నింటినీ విపులంగా వర్ణించి చెప్పడానికి అవకాశం లేదు. ఇలాంటి అనేక చిక్కుసమస్యలను ఇంజనీర్లు ప్రతిరోజూ ఎదుర్కుంటూనే ఉంటారు. తమ సాంకేతికజ్ఞానసంపదతోనూ, అవిరామకృషితోనూ ఎన్ని అవాంతరాలు వస్తున్నా వాటిని అవలీలగా తొలగించుకుని ముందుకు పురోగమిస్తూనే ఉంటారు. వీనిలో కొన్నిసమస్యలు రేడియో ధార్మికత యొక్క ప్రత్యేకపరిస్థితులనుబట్టీ, గతివేగము, కర్మాగార నిర్మాణవిషయములు మొదలైనవాటినిబట్టి తలఎత్తినవి. వీటి నన్నింటినీ ధైర్యంతో ఎదుర్కొన్న సాహసఫలితంగానే మానవచరిత్రలో ఒక నూతన అధ్యాయం ప్రారంభం అయినది. హాన్‌ఫర్డ్, క్లింటన్ కర్మాగారములనుగురించిన పూర్తికథ ఒకానొక రోజున పూర్తిగా బయటపడుతుందని ఆశిద్దాము.

3: బాంబులకొరకు అధికప్రమాణంలో యురేనియం ఉత్పత్తి

ప్లుటోనియంఉత్పత్తినిగురించి మనం తెలుసుకున్నాము. 1943 లో యీ కార్యక్రమం అతిత్వరలో విజయవంతమౌతుందని భావించారు. అయినప్పటికీ యురేనియం ఐసోటోప్స్ విభజనా కార్యక్రమమునందు అశ్రద్ధ చూపబడలేదు. అధిక భాగమైయున్న U-238 నుంచి U-235 ని వేరుచేయడానికి అనేకపద్ధతులు పరీక్షించి చూచారు. విజయవంతమైన భారీ విధానములలో వాయువిస్తరణావిధానము (guseous diffusion method) ఒకటి.

వాయువిస్తరణావిధాన సూత్రము ఎన్నో సంవత్సరాలుగా ప్రచారంలో ఉన్నదే. వేరువేరు పరమాణు భారములు కల్గిన రెండు వాయువుల మిశ్రమమును, చిల్లులపలకం ద్వారా పోనిచ్చి వాటి వ్యాపనవల్ల వేరుచేయవచ్చునని 1896 లో లార్డ్ రాలే ప్రకటించాడు. ఈ పద్ధతిని అనుసరించే ఏస్టన్ పండితుడు 1913లో నియాన్-20ని. నియాన్-22ని వేరుపరచడానికి ప్రయత్నించాడు. 1940 చివరిభాగంలో, యీ పద్ధతివల్ల ఎంతవరకూ ప్రయోజనం ఉంటుందో అనే విషయాన్ని కొలంబియాలో జాన్‌డన్నింక్ సమీక్షించాడు. నౌకాశాఖద్వారా యురేనియమ్ కాంట్రాక్టులద్వారాలభించిన నిధులతో ప్రాథమిక ప్రయోగములు జరుపడానికి ప్రారంభించాడు. 1941 జులైలో డన్నింగ్ అతని సహచరులూ OSRD తో ఒప్పందం కుదుర్చుకున్నారు. అప్పటినుంచీ యీ

ప్రయోగపరిశీలనకు అవసరమైన ధనం లభించింది. 1943 లో మొదలు 1945 మార్చి వరకూ యీ కార్యకలాపమునకు యూరే పండితుడు సర్వాధిపత్యం వహించాడు. తర్వాత యిది ఒక కార్పొరేషన్ అజమాయిషిలోనికి వెళ్ళిపోయింది.

విస్తరణ విధానంలో ముఖ్యమైన విషయం ఏమంటే - యదార్థమైన విభజనకుగాను వాయువు అనేక అడ్డు ఫలకాల లోనుంచి విస్తరించవలసిఉన్నది. నూటికి 99 పాళ్ళు U - 235 ని పొందవలనంటే అది అంచెలవారీగానూ 4000 ఫలకాలలో నుంచి దూసుకుని విస్తరించవలసి ఉంటుంది. దానియొక్క సామర్థ్యమునుగురించి తీర్పు చెప్పడానికి, అన్నిఅంచెలూ ప్రయాణించవలసిన అగత్యం లేకపోవటం ఒక ముఖ్యసుగుణం. కాబట్టి ప్రయోగాత్మకములైన చిన్నచిన్న యంత్రాగారము లను నెలకొల్పి పరీక్షచేయవచ్చును.

విస్తరణ వాయువు, యురేనియం హెక్సాఫ్లోరైడ్‌ను ఉత్పత్తిచేయాలి, గొట్టములు రూపొందించి నిర్మించాలి, అడ్డు కట్టడానికి ఫలకాలను కనిపెట్టి పరీక్షించాలి. ఈఅడ్డు ఫలకా లను గురించి ఒక ముఖ్యవిషయం ఉన్నది. సరియైన విస్తరణా ఫలకంలో ఒకొక్క రంధ్రం, అంగుళం వ్యాసార్థంలో 4 వది మిలియన్లవంతునఉండాలి. ఒకొక్కదానిలో బిలియన్ల సంఖ్యలో రంధ్రాలుఉండాలి. విస్తరణ సమయంలో అవి పెద్దవి కాకూడదు, వాటికి ఏదీ అడ్డుపడకూడదు. ఇలాంటి ఫలకాలను తయారుచేయటం అనేది ఎంత అద్భుతమైన సంగతో మీరు ఊహించగలరు.

1943 ప్రారంభంలో, సమస్యలలో చాలభాగం పరి ష్కార సామీప్యానికి వచ్చేసినట్లుగా కన్పించినవి. కాబట్టి భారీఎత్తు కర్మాగారాల నిర్మాణానికి ప్రోత్సాహం కలిగింది. 1943 జూన్‌లో, విస్తరణయంత్రాగారమునకు శక్తిని సరఫరా చేయుటకుగాను ఆవిరిశక్తి కర్మాగారం ఒకటి నిర్మించడానికి ఓక్‌రిడ్జ్‌వద్ద పని ప్రారంభం అయినది. శక్తిని సరఫరాచేయు కర్మాగారాల్లో దీనిని మించినది యింతవరకు నిర్మింపబడలేదు. మూడు నాలుగు మాసాల అనంతరం మిగతా భవనాల నిర్మా ణానికి పని ప్రారంభం అయినది. మిగతా అన్నిభాగముల నిర్మాణం పూర్తికాకుండానే విస్తరణ యంత్రాగారముచే పనిచేయించగలగడం ఒక ప్రత్యేకత. 1944 జూన్ నాటికి విస్తరణయంత్రాగారము పని ప్రారంభించినది.

హాన్‌ఫోర్డ్ యంత్రాగారము, చికాగో స్థూణకలతో పోల్చిచూస్తే, విస్తరణ విధానములో ప్రత్యేక సంఘటనలేమీ లేనేలేవు. 1940 - 1945 మధ్యన అక్కడి తత్వవేత్తలు యితర కార్యకలాపములకు సంబంధించినవారు ధైర్యముతో దీక్షతో పనిచేశారు. అభేద్యములనుకున్న శాస్త్రసంబంధమైన సమస్యలను నైపుణ్యంతోను ధీశక్తితోనూ పరిష్కరించగలి గారు. 1945 ముగిసే సమయానికి యీ కర్మాగారము భారీ ఎత్తు ఉత్పత్తి కార్యక్రమాన్ని కొనసాగిస్తూ, విచ్ఛేదన పదా ర్థములకు ఎంతో సహాయాన్ని చేసింది.

యురేనియం కార్యక్రమ ప్రారంభదినాల్లో, వాయు విస్తరణ పద్ధతి, కిరణపరాఙ్ముఖ పద్ధతి, విభజన విధానాలలో అత్యుత్తమమైనవిగా ఎంచబడేవి. 1941 అనంతరం కిరణపరా

భ్రామిక పద్ధతి (Centrifuge Process) ని గురించి రెండుచోట్ల అత్యంత శ్రద్ధతో పరిశీలనలు జరిగినవి. ఇంజనీరింగ్ సమస్యలు తీవ్రరూపం దాల్చటంవల్ల, భారీఎత్తు ఉత్పత్తికి ప్రయత్నములు జరుగలేదు. చివరికి యీపద్ధతిని గురించి ప్రయోగ పరిశీలనలు జరుపుట విరమించుకున్నారు.

ఇక విద్యుదయస్కాంత విభజనా విధానము (Electro Magnatic Method of Seperation) ఒకటి మిగిలినది: పూర్వము J. J. థాంసన్ ఉపయోగించిన గైస్లెయిర్ నాళిక, ఏస్టన్ ఉపయోగించిన మాన్‌స్పెక్ట్రోస్కోప్, యీవిధానమును నిరూపించినవే. ఒక శక్తివంతమైన అయస్కాంత క్షేత్రములో, అయనములయొక్క ద్రవ్యరాసిమీద ఆధారపడి అయనముల ప్రవాహము వంపు తిరుగుతుంది. ఈ సూత్రం 20 వ చిత్రములో చూపబడినది. 1939 లో దీని ఆధారంతోనే నియోర్ పండితుడు U - 235 శకలములను యితర యురేనియం ఐసోటోపులనుంచి వేరుచేసి, ఏ ఐసోటోపు విచ్ఛేదన చెందుతుందో తెలుసుకోవలసిందిగా డన్నింగ్ పండితునికి పంపించాడు. నియోర్ యొక్క పరికరమునందు 24 గంటలకు గ్రాములో 1 మిలియనవ వంతు U - 235 చేరినది. పెద్ద అయస్కాంతము, యింతకన్నా ఉత్తమ పరిస్థితులవల్ల U - 235 ని అధికంగా ఉత్పత్తి చేసేందుకు అవకాశం ఉన్నదా?

కాలిఫోర్నియా విశ్వవిద్యాలయములో ఒక ఉపకరణం ఉన్నది. దీనిపేరు సైక్లోట్రాన్. ఇది భారీ అయస్కాంతముతో వేగగతి న్యూట్రానుల కిరణమును తయారుచేయు ఒక ఉపకరణంమాత్రమే. 1941 డిసెంబరులో E. O. లారెన్స్ ఆధిపత్యం

క్రింద, 37 అంగుళాల ఒక పెద్దఅయస్కాంతము పనిచేయటం ప్రారంభించినది. 1942 జనవరినాటికి యిది చాలవరకు విభజనలు చేయగలిగింది. 1942 మార్చినాటికి యీ కార్యక్రమం చురుకుగా కొనసాగడంవల్ల లారెన్స్ ఆశలు ఫలించునట్లుగా కన్పించినది.

ఒక విపులమైన కార్యక్రమానికి ప్రారంభోత్సవం జరిగింది. దీనియందు అనేకమంది తత్వవేత్తలు నియమితులైనారు. వీరికితోడుగా బర్మింగ్ హామ్ విశ్వవిద్యాలయమునుంచి M. L. ఓలిఫెంట్ నాయకత్వంక్రింద కొంతమంది బ్రిటిష్ తత్వవేత్తలు గూడా వచ్చి కలిశారు. ఒక పెద్ద అయస్కాంతము U- 184 అంగుళాల వ్యాసార్థముగల దానితో పనికి ఉపక్రమించారు. దీనిని ఆవరించి చుట్టూ దుకాణాలు పరిశోధనాశాలలూ గుమికూడాయి. 1942 మే నాటికి యిది పనిచేయడానికి సిద్ధంగా ఉన్నది.

ఆ సమయానికి ఓక్ రిడ్జ్ వద్ద ప్లూటోనియం కర్మాగార నిర్మాణం ప్రారంభంకాలేదు. వాయువిస్తరణ యంత్రాగారము నెలకొల్పడానికి నిశ్చయింపబడింది. అదేసమయంలో విద్యుదయస్కాంత విభజనా యంత్రాగారము నొకదానిని ఒకరిడ్జి వద్ద నిర్మించడానికి అనుమతి యివ్వబడింది. ఒక్కొక్కటి ఒక్కొక్క లోయలో. యీ మూడూ యిప్పుడు క్లించ్ నదివద్ద నెలకొల్పబడినవి.

1943 మార్చిలో క్లింటన్ యందు ప్రాథమిక యంత్రాగారాలనిర్మాణం ప్రారంభమైనది. ఆ సంవత్సరాంతమునకు నిర్మాణం పూర్తి అయి పని ప్రారంభించడానికి సిద్ధంగా

ఉన్నాయి. కాలిఫోర్నియాలో అభివృద్ధిపరచిన వాటిని కొత్తయూనిట్లతో జతచేర్చారు.

1944–45 శీతాకాలంలో విద్యుదయస్కాంత విభజనా యంత్రాగారము విరామం లేకుండా పనిచేస్తూ పరమాణు బాంబులను తయారుచేయుటకు అవసరమైనంత పరిశుభ్రత కలిగి U-235ని ఉత్పత్తి చేస్తున్నది. యుద్ధానంతరము అయిన ఖర్చులను పోల్చిచూడగా విద్యుదయస్కాంతా విభజనా యంత్రాగారమునకన్నా, వాయువిస్తరణా యంత్రాగారము నడుపుట చౌకయని తేలినది. అయస్కాంత విభజనా యంత్రాగారముచే పనిచేయించడం నిలిపివేయబడినది. స్థిరమైనఐసోటోపులను వేరుచేసే విభాగాన్నితప్ప యంత్రాగారమునంతా విప్పివేశారు. వాయువిస్తరణా యంత్రాగారములను విస్తరింపజేశారు.

4. పరమాణుబాంబు నిర్మింపబడినది

సంగ్రామ కథనంలో మనం చివరభాగాన్ని చేరబోతున్నాము. వివిధములైన మూడు స్థలాలనుంచి విసురుటకు తగిన పరమాణు పదార్థాలు (Fissile material) ఉత్పత్తి చేయబడతాయి. హాన్‌ఫర్డ్‌ప్లాంట్ నుంచి వచ్చే ప్లుటోనియం–239 ఉన్నది. ఓక్‌రిడ్జిలోని వాయువిస్తరణా యంత్రాగారమునుంచి వచ్చే U-235 ఉన్నది. ఓకరిడ్జ్‌లోని విద్యుదయస్కాంత విభజనా యంత్రాగారమునుంచి వచ్చే U-235 ఉన్నది. పరమాణు బాంబును తయారు జేయుటకు మనం యీ పదార్థాలను ఉపయోగించాలి.

చికాగోలోను, హాన్‌ఫోర్డ్‌లోను తనంతట తానుగా పనిచేయగలిగిన స్థూణికయందలి కేంద్రక అనుక్రమ విక్రియ యొక్క గుణకార కారణాంకము 1.00 U-235 యొక్క ప్రతి అణువిచ్ఛేదనమూ అనేక న్యూట్రానులను విడుదల చేయ వచ్చును. అనుక్రమ విక్రియ కొనసాగుటకు యీ న్యూట్రానులలో ఒక్కటి మాత్రమే U-235 యొక్క మరొక పరమాణువును జేరుతుంది. అటువంటి అనుక్రమం (Chain) ఒకటి ఉండవచ్చు లేదా 1,000,000 ఉండవచ్చును. బయటనుంచి ఎన్ని న్యూట్రాలు వచ్చి U-235 పరమాణువులను విచ్ఛిన్నమయ్యేటట్లు చేస్తాయో ఆ సంఖ్యమీాద అనుక్రమ సంఖ్య ఆధారపడి ఉంటుంది. గుణకార కారణాంకము 1.00 వద్ద నిలిచి ఉండునట్లు చూచుటకుగాను స్థూణికలను, కాంక్రీటు గోడల ఆవలితట్టునుంచి పరీక్షించి చూస్తూవుండాలి.

పరమాణుబాంబు అనేది విభిన్నమైనది. ఇది పరిశుద్ధ ప్లూటోనియం-239 చే గాని లేక పరిశుద్ధయురేనియం-235 చే గాని కూర్చబడినదవటంవల్ల, న్యూట్రానులు పీల్చేందుకు వేరే సదుపాయం లేనందువల్ల, పరమాణువులే వాటిని పీల్చి విచ్ఛిన్నమై యితోధికంగా న్యూట్రానులను ఉత్పత్తిచేస్తాయి. ముద్దలో మిగిలిన న్యూట్రానులన్నీ పరమాణు విచ్ఛేదనకు తోడ్పడుతవి. విచ్ఛేదమయ్యే ప్రతిపరమాణువునుంచీ 2న్యూట్రానుల చొప్పున విడుదల అయి, మిగతా పరమాణువులచే పీల్చబడినవని అనుకొందము. అప్పుడు గుణకారకారణాంకము 2.00. మొదటిసారి ఉత్పత్తిఅయిన న్యూట్రానులకన్న రెండవ సారి పరమాణు విచ్ఛేదమువలన ఉత్పత్తిఅయ్యేవి, రెట్టింపు.

ఉంటాయి. మొదటి పరమాణువు విచ్ఛేదమై, 2 శక్తివంతము లైన న్యూట్రానులను ఉత్పత్తి చేస్తుంది. వీటిని పీల్చుకున్న 2 పరమాణువులు విచ్ఛేదమై 4 న్యూట్రానులను ఉత్పత్తి చేస్తాయి. ఈ నాలుగు న్యూట్రానులను 4 పరమాణువులు పీల్చుకుని విచ్ఛేదమై 8 న్యూట్రానులను ఉత్పత్తిచేస్తాయి, ఈ విధంగా ఒక వరుసక్రమంలో 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128...పరమాణువుల విచ్ఛేదం జరిగిపోతుంది.

ఈ రకమైన పునరుత్పత్తి విపరీతమైన వేగంతో పెరిగి పోతుంది. పదవతరంలో సంఖ్య 1024 : 20 తరంలో మిలియన్‌కి పైగా ఉంటుంది, 30 తరంలో బిలియన్‌కి పైగా ఉంటుంది. 60 తరంలో బిలియన్ బిలియన్‌కి పైచిలుకు. 90 తరంలో బిలియన్ బిలియన్ బిలియన్ పైగానూ ఉంటుంది. ప్రతి న్యూట్రాను తరమూ 1 సెకన్లులో 1 మిలియనవ వంతుకాలం ఉంటుందని అనుకుందాము. 90 తరములలోను అనగా 1 సెక న్లులో 90 మిలియనవవంతు కాలంలో బిలియన్ బిలియన్ బిలియన్‌కి పైచిలుకు పరమాణువులు విచ్ఛేదనమౌతాయి. 1 సెకన్లునందు అతి సూక్ష్మాతిసూక్ష్మమైన కాలప్రమాణం లోగా పదార్థపరమాణువులన్నీ విచ్ఛిన్నమై శక్తులను విడుదల చేస్తాయి. సూక్ష్మమైన ఆవరణ (space) లో విపరీతమైనశక్తి హఠాత్తుగా విడుదల అవటమే ప్రేలుడు (Explosion) అనే మాటకు నిర్వచనము.

ఇక్కడ ముఖ్యమైన విషయము ద్రవ్యరాసియొక్క అవధిపరిమాణము (Critical Size). అవధిపరిమాణ ద్రవ్యరాసి కన్నా యురేనియం - 235 లేక ప్లుటోనియం - 239 ముక్క

చిన్నది గనక అయితే, గుణకార కారణాంకము (Multiplication Factor) 1.00 ని చేరుకోవటానికి అవసరమైనన్ని న్యూట్రానులు ద్రవ్యరాసియందు నిలిచిఉండవు. అవధి పరిమాణ ద్రవ్యరాసికన్నా ముక్క పెద్దదైతే, గుణకార కారణాంకము 1.00 కన్నా స్వల్పంగా అధికమైనా, మొదటి పరమాణు విచ్ఛేదనతోబాటు మిగతా పదార్థమంతా వెంటనే ప్రేలిపోతుంది. ఎందువల్లనంటే - ప్రతి పరమాణు విచ్ఛేదనమూ సెకన్డులో మిలియన వంతుకన్నా తక్కువ సమయంలో జరగటమే దీనికి కారణం. యదార్థమునకు ఖగోళములనుంచి విడుదల అయ్యే అనేక న్యూట్రానులు చుట్టుపక్కల చెల్లాచెదరుగా ఉంటవి. అవధి పరిమాణమునకన్నా అధికంగా విచ్ఛిన్న ధర్మముగల పదార్థము (Fissile Material) జమ అవుతే, యీ చెదురుమదురు న్యూట్రానులలో ఒక్కటి దానియందు జొరబడినా అది వెంటనే ప్రేలిపోయింది. మొదటి న్యూట్రాను ఆగమనమునకూ ప్రేలుడుకీ మధ్య సూక్ష్మాతిసూక్ష్మకాల వ్యత్యాసమే ఉండటంకారణంగా బాంబును నిర్మించే కార్యకలాపములో సాంకేతిక సంబంధమైన అనేక సమస్యలు తలెత్తినవి. కాబట్టి పరమాణు నిర్మాణమునకు అవధి పరమాణ ద్రవ్యరాసికన్నా పెద్దదైన P U - 239 లేక U - 235 ముక్కను అతివేగంగా కూర్చటం, దానికి కొన్ని న్యూట్రానులను సరఫరాచేయటం - అవసరమన్నమాట. అవధి పరమాణమునకన్నా స్వల్పంగా తరుగువున్న U - 235 లేక P U - 239 ద్రవ్యరాసిని ఊహించండి. మనం కొన్ని న్యూట్రానులను సరఫరాచేసినా యీ ద్రవ్యరాసి ప్రేలదు.

అదే పదార్థముయొక్క మరొక అంతకన్నా చిన్నదైన ముక్క కొంతదూరాన ఉన్నదని ఊహించండి. అదికూడా ప్రేలదు. కాని దీనిని పెద్ద ముక్కకు జోడిస్తే యీ రెండూ కలిసి అవధి పరమాణమును మించిపోతాయి. కాబట్టి వీటి రెండింటినీ అతి వేగంతో దగ్గరకు తీసుకొనివచ్చే ఒక యంత్రాన్ని ఊహించండి - పరమాణు బాంబు అంటే యిదే. ఉదాహరణకు: స్వల్ప ద్రవ్యరాసి, తుపాకీగుండు రూపంలో ఉండి, అధిక ద్రవ్యరాసి మధ్యనున్న రంధ్రములోనికి, దూరమునుంచి అతి వేగంగా విసిరివేయబడవచ్చును. అధిక ద్రవ్యరాసి న్యూట్రానులను అందుకునే సమయానికి స్వల్ప ద్రవ్యరాసి గుండుగూడా వచ్చి కలవడంలో ప్రేలుడు సంభవిస్తుంది.

అవధి పరిమాణం అంటే ఏమిటి? 1939 లో ఉన్న లెక్కల ప్రకారము యీ పరిమాణము 2-200 పౌనుల మధ్యన ఉండవచ్చును. న్యూట్రాను బంధింపబడేలోపున ఎంతదూరము వెళ్ళేదీ, యురేనియం కేంద్రకముయొక్క బంధన తిర్యక్ ఛేధము (Capture croas section) చే బంధింప బడేలోపున యిది వెళ్ళడానికి ఎంతదూరము అవసరమైనదీ కొలిచిన కొలతలమీద యీ లెక్కలు ఆధారపడిఉన్నవి. ఇవి ఉజ్జాయింపుగా కొలిచిన కొలతలు అవటంమూలాన అవధిపరిమాణ విషయమును జాగ్రత్తగా గ్రహించవలసి ఉన్నది. U - 235, Pu - 239 లభ్యమైనది. మొదట, ఆ పదార్థములను ఏ ఏ పరిమాణాల్లో ఎంతెంతదూరంలో నిలవచేయవలసిందీ నిర్ధారణ చేసేందుకు గూడా ఎంతో జాగ్రత్త వహించవలసిఉన్నది. కాబట్టి యీ ప్రశ్నకు జవాబు యిదమిద్ధంగా తేలింది.

ఇలాంటి ప్రశ్నలే కొన్నివందలు ఉన్నాయి. వాటిని పరిశీలించాలి. ఒక బాంబు ఎంతశక్తిని ఉత్పత్తి చేస్తుంది? ఎత్తుగాగాలిలోనా, నీటిఅడుగునా, లేక భూమిమీదా-ఎక్కడ బాంబును పేల్చాలి. ఉత్పత్తి అయ్యే రేడియో తేజః ప్రసార వాయువులు (Radio active gases) ఏమౌతాయి? న్యూట్రాన్ రిఫ్లెక్టర్లను చుట్టూ ఉంచితే పరమాణుబాంబును అవధి పర మాణమునకన్నా చిన్నదిగా చేయవచ్చునా? మంచి న్యూట్రాన్ రిఫ్లెక్టర్లు అంటేఏమిటి? అనుక్రమ విక్రియ పూర్తి గాకుండానే బాంబు ఛిన్నాభిన్నమౌతుందా; లేక పరమాణువు లన్నీ విచ్ఛేదమయ్యేవరకూ దీనిని ఆకట్టి ఉంచవచ్చునా? Pu- 239, U - 235 లభ్యమయిన తర్వాత యీప్రశ్నల జవా బులకోసం చివరి క్షణందాకా వేచిఉండటమనేది జరగనిపని. పోనీచిన్నసమూనా బాంబులను తయారుచేసి, పెద్దవి ఎట్లా పని చేస్తాయో తెలుసుకోవాలనుకున్నా అదీ అసంభవమైన విష యమే. చేస్తే పరమాణుబాంబులనే తయారుచేయాలి; లేదా దణ్ణంపెట్టి ఊరుకోవాలి, మరోమార్గం లేదు. సిద్ధాంతముల ద్వారా ఎన్నివిషయములను ఊహించినా-ఆఊహలు యదార్థ ములు కావడానికి తూచా తప్పనిసరియైన కాలప్రమాణము (accurate measurements) కావలసి ఉన్నది.

వీనిలో కొన్ని విషయాలను గురించి 1941 లోనే చర్చలు ప్రారంభమైనాయి. ఈ అనుమానాస్పదములైన విషయముల యదార్థస్వరూపములను తెలుసుకొనుటకుగాను విస్కాన్సెన్ విశ్వవిద్యాలయాలకు చెందిన గ్రిగరీబ్రైట్ పండి తుడు 1942 ప్రారంభంలో అనేక విద్యాలయములయందు

పరిశీలనా కార్యకలాపమునకు పురికొల్పాడు. తర్వాత వేసవి యందు కాలిఫోర్నియా విశ్వవిద్యాలయమునకు చెందిన J. R. అప్పెన్‌హైమెర్ పండితుడు యీ కార్యక్రమాన్ని బాగా విస్తరింపచేసి ప్రయోగశాల నన్నింటినీ అనుసంధానపరిచాడు. దీనికోసం, 1942 వేసవి ముగిసేనాటికి ఒక ప్రత్యేక ప్రయోగ శాలను ఏర్పాటుచేయవలసిన అవసరం కనిపించినది.

రహస్యంగా ఉంచడానికీ భద్రతకూ వీలుగా యీ ప్రయోగశాల, న్యూమెక్సికోలో శాంటాఫేకి ముప్పైమైళ్ళ దూరమునందున్న లాజ్ ఆల్‌మాసి అనే నిర్జన నిరామయ ప్రదేశమునందు నెలకొల్పబడింది. అప్పెన్ హైమర్ డైరెక్ట రుగా 1943 మార్చిలో వచ్చి చేరాడు. సుప్రసిద్ధులైన అనేక మంది తత్వవేత్తలను ఆయన తను చుట్టూ చేర్చుకున్నాడు. స్వల్పవ్యవధిలోనే యిది ఒక మహత్తరమైన ప్రయోగపరిశీ లనా కేంద్రంగా రూపొందింది. ఇందు పనిచేసినవారిలో జగత్ ప్రసిద్ధులైన హాన్స్‌బెథే, ఎన్‌రికోఫెర్మి, నియెల్స్‌బొహాల్, జేమ్సుఛాడ్‌విడ్ ప్రభృతులు ఉన్నారు. వీరితోబాటు డజన్ల కొలదీ బ్రిటిష్ తత్వవేత్తలుకూడా వచ్చి చేరారు.

ఈ ప్రయోగశాలలో, సిద్ధాంత పదార్థ విజ్ఞానశాఖ ప్రయోగాత్మక కేంద్రక పదార్థ విజ్ఞానశాఖ, రసాయనశాఖ, లోహతత్వవిజ్ఞానశాఖ, బాంబ్ తత్వశాఖ, మొదలైన అనేక శాఖలు ఒక్కొక్క డైరెక్టర్ అజమాయిషీలో నున్నవి. వారు చేసిన ప్రయోగ పరిశీలనలు యిప్పటికి అతిగోప్యములై ఉన్నాయి. అయితే ఒక్క విషయం మాత్రం మనకు తెలు

సును. వారియొక్క అవిరామ కృషికి ఫలితంగానే పరమాణు బాంబు ఉద్భవించినది.

5. రహస్యం బయటపడ్డది.

ప్రయోగంద్వారా పరీక్షించిచూస్తేతప్ప ఏ సిద్ధాంతమునూ ఒప్పుకొనడానికి వీలులేదు. పరమాణుబాంబునకు ప్రాతిపదికమైన సిద్ధాంతము-మొట్టమొదట ఒక చిన్నకట్టడంగా ప్రారంభమై చివరకు ఒక కోటఅంత విస్తరించినది. ఉప్పు నీటియందు కరగడం, దానివల్ల పరమాణువుల ఉనికినిగురించి ఊహించటం. - దీనితో మనం కథను ప్రారంభించాము. కేంద్రకమూ, దానిచుట్టూ వలయములలో గిరగిరాతిరిగిపోయే ఎలక్ట్రానులూ, కేంద్రకములో అంతర్గతముగాఉండే న్యూట్రానులూ ప్రోటానులూ, బంధనశక్తులచే బంధీకృతమైన ప్రేరణలూ - యీవిధంగా ఉండే మూలపరమాణువు యొక్క సంకీర్ణమైన స్వరూపం యిప్పుడు మనకు గోచరించినది.

ఈ కథను చదువుతున్నప్పుడు, సాధకునికి అప్పుడప్పుడు 'పిల్లిమీద ఎలికా, ఎలికమీద పిల్లీలాగా యీ ఊహాగానాలేమిటి యీ సిద్ధాంతా లేమిటీ' అని అనిపించి ఉండవచ్చును. పదార్థములయొక్క సమ్మేళన నిష్పత్తులు (combining ratios) మనం మొట్టమొదట కొలుస్తాము. అవి దాదాపు సంపూర్ణ సంఖ్యలు అవుతాయి. దానికి మనవద్ద సాజాయిషీ ఉన్నది. అవి నిజంగా సంపూర్ణసంఖ్యలు కాకపోవటంవల్ల, ఆ తారతమ్యాన్ని విశదీకరించుటకు మనం ఒక సిద్ధాంతాన్ని రూపొందించాము. మనం ఐసోటోపులను కల్పించాము. కాని యీ

సిద్ధాంతాన్ని అనుసరించిచూచినా సంపూర్ణసంఖ్యకూ వీటికీ ఆ తారతమ్యంపోలేదు. ఆ తర్వాత మనం వేగగతి న్యూట్రానులనూ, మందగతి న్యూట్రానులనూ కేంద్రవిచ్ఛేదనమునూ బంధనతిర్యక్ ఛేదమును (Capture cross section) నూ కల్పించాము. చివరకు భారీఎత్తున గాని నిర్మించడానికి వీలులేని పరమాణుబాంబును సిద్ధాంతీకరించాము. కొన్ని పౌనుల ఏదో పదార్థాన్ని తయారుచేసేందుకు, భారీఎత్తు కర్మాగారాలూ, వేలసంఖ్యలో పనివారలూ కావాలి. దీనికోసం వందల మిలియన్లధనం వెచ్చించాలి.

ఇదంతా మనకు వేలంవెర్రి అనిపిస్తుంది. నిజమే, కాని సిద్ధాంతగ్నుల ఆధారంతో రోజంతా ప్రయోగశాలలయందు కృషిచేసే శాస్త్రజ్ఞునికి అది స్వానుభవమైన యదార్థంగా భాసిస్తుంది. సిద్ధాంతము అభివృద్ధిచెందటం ఆయన కనిపెడుతూనేఉంటాడు. అప్పుడప్పుడు ఆ సిద్ధాంతగతినిబట్టి ముందు జరుగనున్నదానిని గురించి జోస్యం చెబుతాడు; ఆయన సహచరులు వేరొకచోట దానిని పరీక్షించి అది నిజమయ్యేదీకానిదీ పరీక్షలుచేస్తారు. సిద్ధాంత నిర్మాణం క్రమశః ఒక యదార్థతత్వమును సూచించేదిగా రూపొందుతుంది. సిద్ధాంత నిర్మాణక్రమాభివృద్ధిని బోధపరచుకొనని బయటివారికి, యిదంతా గాలిలో మేడలు కట్టడంలాగా, వెర్రితనంలాగా కనిపిస్తుంది.

మామూలు విజ్ఞానవిషయ ప్రయోగ పరిశీలనముల కన్నా, పరమాణుబాంబు నిర్మాణ కార్యకలాప విషయము అతిక్లిష్టతరమైనదే. సాధారణంగా, జోస్యము చెప్పబడిన విషయము అనుభవైకవేద్యము కావడానికి ఎంతో ఆలస్యము

పట్టును; చిన్న చిన్న ప్రయోగములద్వారా ఎంతో అభివృద్ధిని సాధించవచ్చును. ఇక పరమాణుబాంబు విషయంలో - సిద్ధాంతీకరణ జోస్యము, చిట్టచివరి ప్రయోగములో నిజమైనదీ కానిదీ తెలుసుకొనటానికిగాను, వేలకొలది పనివారలు, విపరీతమైన ధనం, కర్మాగారాలు, పట్టణాలు, రహస్యాలు, సైనిక శాఖ, నౌకాశాఖ, ప్రముఖ ప్రభుత్వాధికారులు, అత్యున్నత శ్రేణి శాస్త్రజ్ఞులు - అవసరమైనాయి.

1945 జూలై 16 వ తేదీనాడు సూర్యోదయానికి పూర్వమే ఆలమోగోర్డోలో సమావేశమైన తత్వవేత్తలకూ, సైనికాధికారులకూ దీనియొక్క సాధక బాధకాలు పూర్తిగా తెలిసినవే; మానవచరిత్రలో ఒక నూతన యుగమును తాము ప్రారంభించనున్నామని శాస్త్రజ్ఞులకు తెలుసును. యుద్ధకాలంలో యీ సమస్యతో వారంతా తలపట్లు పట్టినవారే. వీరిలో చాలామంది, ప్రజాబాహుళ్యంమీద ఈ అస్త్రమును ఉపయోగించరాదని అధికార వర్గమునకు నివేదికలు సమర్పించినవారే. ఒక్క సైనిక పారిశ్రామిక సంబంధమైన సాధకబాధకాలే గాకుండా దీనివల్ల ఒనగూడే రాజకీయ నైతిక పరమైన కష్టనష్టాలుగూడా వీరు గ్రహించారు. ఈ విధమైన ఆలోచనలు దేనియందు కేంద్రీకరింపబడి యున్నాయో దానితోనేవారు ప్రయోగం జరుపబోతున్నారు.

ఆలంకారిక నాటకసిద్ధాంతమైన అంత్య ఉత్కంఠ (Final suspense) అనేది యిక్కడ గూడా ఉన్నది. ప్రతి పనీ మొదటినుంచీ చివరవరకూ యంత్రములే చేసివేస్తాయి. ప్రతియంత్ర విభాగమునూ ఎంతో దక్షతతో సునిశితంగా

అమర్చారు. కొన్నిక్షణములవరకూ ఒక యంత్ర విభాగం పనిచెయ్యనని బిగ్గరబిగిసింది. అందరూ ఆరాటపడటం మొదలు పెట్టారు. ఈ కార్యక్రమానికి సూత్రధారుడైన రాచర్డ్ F. బాచెర్ మాత్రం ఏవిధమైన నిరుత్సాహమునూ జెందకుండా మనస్సును లగ్నంచేసి ఆ యంత్రభాగమును సరిచేశాడు. తర్వాత అనుకున్న ప్రకారం అంతా సక్రమంగా జరిగిపోయింది. ప్రేలుడు సంభవించింది. కాంతి, ఉష్ణము, ధ్వని, రేడియో ధార్మికత విడుదలఅయినవి. అప్పటినుంచి దీనిఅగాదు (Blast) ప్రపంచానికి తెలిసిపోయింది.

ఇది చాలా ముఖ్యమైన విషయం. పరమాణుబాంబు యొక్క రహస్యములను గురించి మనమంతా వినే ఉన్నాము. వాటిని ఏవిధంగా కాపలా కాస్తున్నారో మనకు తెలుసును. ఈ విషయం మనకు పూర్తిగా రహస్యంగా ఉంచవలసినదీ, లేనిదీ ఎంత ముఖ్యమైన సంగతో గూడా మనకు తెలుసును. గూఢచారులు అన్నిచోట్లా తిరుగులాడుతూఉన్నారు. రహస్యమనే పెనుగోడనుభేదించి కొంతవరకు వీరు ఫలోన్ముఖులై ఉండవచ్చును. పరమాణుబాంబునుగురించి ప్రాతిపదిక (fuudamental) రహస్యములు ఏవీలేవని పాఠకుడు యీ పాటికి గ్రహించే ఉంటాడు. పరమాణుశక్తిని గురించి 1900 సంవత్సరములోనే తత్వవేత్తలకు తెలుసును. దీనికి సంబంధించిన ఆధారసమీకరణము (basic equation) 1905 లో వ్రాయబడింది. పదార్థమును గురించీ శక్తినిగురించీ ఒకొక్క నూతన విషయం వెలుగులోకి రావటం ప్రారంభంకాగానే పరమాణురూపేణా దీని అర్థం వ్యక్తం కాజొచ్చింది. దీనిని గురించి

గూఢరహస్యం ఏదైనాఉంటే 1945 జులైలో మనం వెల్లడించి వేశాము. అనుక్రమ విక్రియద్వారా పరమాణుబాంబు నిర్మాణం సాధ్యం అవుతున్నవిషయమే ఆ రహస్యం. ఆలమో గోర్డోలో జరిగిన ప్రేలుడే దానియొక్క అర్థం.

ప్రేలుడు సంభవం కావడానికి జరిపిన కార్యకలాపాలు, సోవియట్‌యూనియన్‌కూ జర్మనీకీగూడా ఆ దేశాల ఏజంట్లు ద్వారా తెలిసిపోయింది. ఏవిషయమైతే మనం రహస్యంగా దాచాలనుకున్నామో అది వారికి హస్తగతమైనది. ఈ ఏజంట్లలో జర్మన్ దేశంలోపుట్టిన క్లాన్‌ఫుచ్‌న్ అనే ఆయన ఒకరు. ఈయన లాజ్ ఆల్ మాజ్ 'యిన్నర్ సర్కిల్' కాబట్టి ఆలమో గోర్డో, హీరాషిమాలలో జరిగిన సంఘటనలు సోవియట్ ప్రభుత్వానికి ఆశ్చర్యం కలిగించలేదు. పరమాణు ప్రేలుడు పదార్థములను వృద్ధిచేయడానికి మనం ఎటువంటి కృషి చేస్తున్నామో, ఎంతవరకుఅభివృద్ధి సాధించామో వారికి తెలుసును. లేనియడల, దాదాపు సగందేశం శతృవుల ధాటికి సతమతమౌతున్న సమయంలో, యీవిషయమునుగురించి స్వయంగా ప్రయోగపరిశీలన జరపడానికి ఏమాత్రమూ అవకాశం లేదు. కాని ఏజంట్లద్వారా లభించిన నివేదికలు వారిని యిందుకు పురికొల్పి ఉండవచ్చును. ఆ నివేదికల ద్వారానే-ఏఏ మార్గాలలో ప్రయోగపరిశీలనలు జరుపితే ఫలప్రదమౌతాయో, ఏ ఏ విధానాలు విఫలమౌతాయో అనే విషయముగూడా వారికి తెలిసి ఉండవచ్చును. అందువల్ల వారికి ప్రాథమిక ప్రయోగపరిశీలనలు అవసరమై ఉండకపోవచ్చును. ఒక్క వాక్యంలో చెప్పవలసివస్తే గూఢచారుల సహాయంవల్ల సోవి

యట్ యూనియన్ పరమాణు అస్త్రాల నిర్మాణ కౌశలాన్ని స్వకైవసం చేసుకొనగలిగింది.

అయితే, హీరోషిమా సంఘటన అనంతరం కొద్ది సంవత్సరాలలోనే సోవియట్ యూనియన్ పరమాణుబాంబు లను తయారుచేయటం అన్నది మన రహస్యాన్ని కాజేయటం వల్లనే సాధ్యమైనట్లుగా భావించటం, చాలామంది అనుకునేట్లు భ్రాంతి కావచ్చును. యురేనియం విచ్ఛేదనము మొదలు పరమాణుబాంబు నిర్మాణంవరకూ అంచెలు అంచెలుగా మన తత్వవేత్తలు ఏఏ మార్గాలద్వారా ప్రయాణించి గమ్యం చేరుకోగలిగారో; అదేవిధంగా యితరదేశాల తత్వవేత్తలు కూడా చేయవచ్చును. నిజానికి 1941 లో బ్రిటిష్‌వారు మన కన్నా ముందు ఉన్నారు. జర్మనీకి దగ్గరలో ఉండి బ్రిటన్‌లోని కర్మాగారాల నగరాలు బాంబులు పరం కాకపోతే మనం ఎంతో వెనుకబడి ఉండేవాళ్ళం. యుద్ధరంగానికి మనం చాలా దూరాన ఉన్నాము. మనతో కలిసి పనిచేయడానికి బ్రిటిష్ వారు సమర్థులైన తత్వవేత్తలను పంపించారు. ఆవిధంగానే కెనడావారుకూడా చేశారు. మనకు సహాయం చేయడానికి డెన్మార్క్‌నుంచి వియెల్స్‌బాహెర్ వచ్చారు. జర్మనీ, ఆస్ట్రియా హంగెరీ, ఇటలీలనుంచి కాందిశీకులుగా వచ్చినవారిలో అతి మేధావులు ఉన్నారు.

ఈ పురుషులు స్త్రీలూగూడా కాలానికి ఎదురు యీదారు. ఏ సమయాన్నో జర్మనులు వచ్చి మీదపడతా రనో లేక, అనుక్రమ విక్రియ అనేది విఫలమౌతూందేమో ననో - భయాందోళనలతో వీరికి చిత్తశాంతి లేకపోయినది.

అసలు యిది సాధ్యంకాదనికూడా వారిలో కొందరు ఆశించారు. ముందు ముందు రాజకీయ సాంఘిక రంగాలలో వచ్చే కల్లోలం ముందుగానే ఊహించటంవల్ల, అసలు అనుక్రమ విక్రియ అనేది సంభవంకాకుండా ఏ ప్రతిబంధకమో అడ్డుపడితే బాగుండుననికూడా వారు ఆశించారు. ఆ ప్రతిబంధకము ఎక్కడఉందో ఎవరికీ తెలియదు. అభివృద్ధి కార్యకలాపాలలో అది ఏ అంచెయందు అయినా అడ్డుపడి కార్యక్రమాన్ని పురోగమించకుండా ఆపివేయవచ్చును. అలాంటి ప్రతిబంధకం అనేది తొలగిపోయింది. ఆల్‌మోగోర్డోలో జరిగిన ప్రయోగం వల్ల యురేనియం ప్లుటోనియములతో అనుక్రమ విక్రియ సాధ్యం అని ఋజువయినది.

ఇప్పటికీ అనేకంగా సాంకేతికమైన, ఇంజనీరింగ్ సంబంధమైన రహస్యములున్నమాట వాస్తవం. ప్రాతిపదిక సంబంధమైన విషయాలు దీనిలో ఏమీఉండవు. మోటారు కార్ల నిర్మాణంలో వేర్వేరు కంపెనీలవారు ఒకరికి తెలియకుండా ఒకరు దాచుకునే రహస్యాలలాంటివే యివికూడాను. కొద్ది కాలంలోనే సమర్థులైన ఇంజనీర్లు, సృజనాత్మకశక్తి గలిగిన వారు వాటికి మారుప్రతులు (Duplicates) తయారుచేయవచ్చును. ఇట్లా అవటంవల్ల, సాంకేతిక ఇంజనీరింగ్ కార్యకలాపమునకు ఆలంబనమైన సామర్థ్యత, మేధస్సు, చాకచక్యములను కించపరచటంగా అర్థం చేసుకొనరాదు. సామర్థ్యత మేధస్సు, చాకచక్యమూ అనేవి ఏ ఒక్కరిసొత్తూ కాదు.

మిగతా యుద్ధపరికరముల డిజైన్‌లవలెనే పరమాణు బాంబు డిజైన్‌నుకూడా తలంపవచ్చును. మన జలాంతర్గా

ముల డిజైన్‌ను మనం రహస్యంగా ఉంచుతున్నాము. టార్పెడోలు, ఫిరంగులు, బాంబు నిర్మాణ కేంద్రాలు – యీవిధంగా ప్రతి ముఖ్యమైన యుద్ధపరికరాన్ని మనం రహస్యంగా ఉంచుతున్నాము. మిగతా దేశాలుగూడా యిదే విధంగా చేస్తున్నవి. హిరోషిమా, నాగాసకీ పట్టణాలమీద వేసిన బాంబు డిజైన్లను మనం రహస్యంగా ఉంచాలని ప్రయత్నించాము. కాని విఫలులమయ్యాము. ఎనివెటాక్, నెవాడాలలో ప్రయోగ పరిశీలనలు జరిపిన నూతన పరికరముల విషయంలో గూడా యిదేవిధంగా చేయాలని మన ప్రయత్నం ఈమాటు మనం జాగ్రత్తగా ఉండవచ్చును. మన యత్నం చాలవరకూ సఫలీకృతం కావచ్చును. ఇది అంత ముఖ్యంకాదు పరమాణు అస్త్రములను అతిరహస్యంగా దాచిఉంచటంలో మనం కృతకృత్యులమైనట్లు చెప్పుకోవటం అనేది అతిశయోక్తి మాత్రమే. యురేనియం విచ్ఛేదనా బాంబును గురించిగాని, దాని తర్వాత వచ్చిన అతిఅరిష్టకారి ఫ్యూజన్ బాంబును గురించిగాని ప్రాథమిక రహస్యమేమీ లేదు.



IX

రకరకాల పరమాణు బాంబులు

1 పరమాణుశక్తి విచారణాసంఘ ప్రవేశం

హిరోషిమా, నాగాసకీ పట్టణాలమీద పరమాణు బాంబులను వేసినప్పుడు, అవి రెండు మాత్రమే లభ్యమై ఉన్నాయి. కాని వాటి రెంటికీ తేడావున్నది. హిరోషిమా మీద వదలబడిన బాంబు యురేనియం-235 చేకూర్చబడినది. లక్ష్యాన్ని గురిచూసి గుండుతో కొట్టిన విధంగా, U-235ని అదే పదార్థపు ముక్కతో కొట్టడంవల్ల అది ప్రేలింది. ఈ రెండు ముక్కలూ కలిసి అవధి పరిమాణ (Critical size) ద్రవ్యరాసికన్నా అధికం కావడంవల్ల ప్రేలుడు సంభవించింది. ఇది అతి సూక్ష్మవిషయం కావడంవల్ల ఉపయోగించడానికి పూర్వం దీన్నిపాటవాన్ని గూర్చి తెలుసుకోవడానికి ఏవిధమైన ప్రయోగ పరిశీలనలూ జరుగలేదు. అయితే నాగాసకీ మీద బాంబు వేయడానికి పూర్వం ఆ బాంబు పాటవాన్ని గురించి ఆల్ మోగోర్డోలో పరీక్షలుచేసి ఉన్నారు. ఈ బాంబు ప్రయోగంలో ఒక నూతన సూత్రం యిమిడి ఉన్నది. దీని ప్రేలుడు అంతర్ముఖంగా (Inplosion) ఉంటుంది. యురేనియమ్‌ను ఆవరించి ఉండే విపరీతమైన ప్రేలుడు శక్తిని కలిగించ

గల ప్రేరణలు (Charges) - తమ సమిష్టిశక్తిని అంతర ముఖంగా త్రిప్పుతాయి. దానివల్ల విపరీతమైన ఒత్తిడి (Compression) ఏర్పడి విచ్ఛేదన చెందే పదార్థానికి అవధి·పరిమాణం (Critical size) విస్తరింప బడుతుంది. నాగాసకీ బాంబు మొదటి దానికన్నా శ్రేష్ఠతరమైనది. ప్రేలుడు సమయంలో బాంబు లోని విచ్ఛేదనా ద్రవ్యము కొంత చెల్లాచెదురు కావడానికి అవకాశం వున్నది. కాని నాగాసకీ బాంబులోని 'అంతర్ ముఖ' సూత్రంవల్ల పదార్థనష్టమేమీ లేకుండా, ఉన్న పదార్థ మంతా విచ్ఛేదనమైపోయింది. దానితో అధికతరమైన శక్తి విడుదల అయినది. హిరోషిమా బాంబుతో పోల్చిచూస్తే దాని విచ్ఛేదనా·భారము (Fission load) కన్నా దీని భారము చాలా తక్కువ. కాని విడుదలచేసినశక్తి విషయంలో రెండూ సమానంగానే ఉన్నాయి.

ఈ రెండు బాంబుల ప్రయోగంవల్లా దూరతూర్పు ప్రాంతంతో యుద్ధంముగిసింది. అమెరికాలో అణ్వస్త్రాలఉత్పత్తీ అభివృద్ధి మందగించినది. మన్‌హట్టన్ జిల్లా పరిశోధనాశాలల యందు పనిచేస్తున్నవారిలో చాలామంది యితరత్రా ఉద్యోగాలలో జేరిపోయారు. అత్యావసర సమయాలలో తప్ప రహస్య ఆయుధాల పరిశీలనా కార్యకలాపమునకు తత్వవేత్తలు విముఖులు గావటం, అంతర్జాతీయంగా పరమాణుశక్తిని కంట్రోలు చేయడానికీ, పరమాణు అస్త్రాలను నిషేధించడానికీ జరుగుతూ వున్న సంప్రదింపులు ఫలోన్ముఖం అయ్యేట్లు కన్పించడం కారణాలుగా 1946 నాటికి పరమాణుశక్తి పరిశోధనాశాలల యందు జరుగుతూన్న పని స్తంభించిపోయింది.

ఈ సమయంలో, భవిష్యత్తునందు పరమాణుశక్తి కార్యక్రమం ఏ మార్గంలో నడిపించాలి – అనే విషయాన్ని గురించి తీవ్రమైన వాగ్వివాదాలు ప్రారంభమైనాయి. కాంగ్రెస్‌లో రెండు బిల్లులు ప్రవేశపెట్టబడినవి. మొదటిబిల్లు, పరమాణుశక్తి కార్యకలాపం మిలిటరీ అజమాయిషీలోనే ఉండాలని సూచించినది. రెండవ బిల్లును ప్రవేశపెట్టిన బ్రియెన్‌మాక్‌మాహన్, పౌరసంబంధమైన పరిపాలనను సూచించారు. శాస్త్రజ్ఞుల కృషివల్లా, ప్రగాఢమైన ప్రజాభిప్రాయమువల్లా మాక్‌మాహన్ బిల్లు 1946 ఆగష్టు 1వ తేదీనాడు శాసనం అయింది. ఈ బిల్లువల్ల, విచ్ఛేదనా పదార్థముల ఉత్పత్తి, యాజమాన్యమూ ప్రభుత్వపరం అయినవి; పరమాణుశక్తి అభివృద్ధి కార్యకలాపములు పరమాణుశక్తి విచారణా సంఘమునకు (The Atomic Energy Commission : A E C) దత్తం అయినవి. ఈ సంఘంలో ఐదుగురు పౌరసభ్యులు ఉంటారు. వీరు ప్రెసిడెంట్‌చే నియమింపబడతారు. దీనికి ఒక జనరల్ మేనేజర్, ఒక సాధారణ సలహాసంఘము, యింకా అనేక అధికార సలహా సంఘాలూ ఉంటాయి. ఈ శాసనం ప్రకారం ఒక సమిష్టిసంఘాన్నిగూడా ఏర్పాటుచేశారు. A E C ద్వారా జరిగే కార్యకలాపములను యీ సంఘం ఒక కంట కనిపెట్టి చూస్తూఉంటుంది. టెన్నెసీవాలీ అథారటీయొక్క ఛైర్‌మన్ డేవిడ్. E. లిలియెన్‌థల్ పరమాణు విచారణా సంఘము యొక్క ప్రథమ ఛైర్‌మన్‌గా నియమింపబడ్డాడు. యుద్ధకాలంలో లాస్ ఆల్‌మాస్ లేబొరేటరీ అధిపతిగానున్న J. R. అప్పెన్‌హైమర్ సాధారణ సలహా సంఘమునకు ఛైర్

మన్‌గా నియమింపబడ్డారు. సమిష్టి కాంగ్రెస్ సంఘానికి, పర మాణుశక్తి చట్టమునకు గ్రంథకర్త అయిన బ్రియెన్‌మాక్ మాహన్, ఛైర్‌మన్ అయ్యారు.

1947 జనేవరి 1 నాడు మన్‌హట్టన్‌జిల్లా పరిపాలనను A E C స్వీకరించింది. అప్పటికి అంతర్జాతీయంగా పరమాణు శక్తిని కంట్రోలు చేయడానికి జరుగుతూన్న సంప్రతింపులు విఫలమయ్యే సూచనలు కనిపిస్తూఉన్నాయి; అమెరికా సోవియట్ యూనియన్ల మధ్య సంబంధబాంధవ్యాలు అంతకంతకు దిగజారిపోతున్నాయి కాబట్టి లాజ్‌ఆల్‌మాజ్ పరిశోధనా శాలను పునరుజ్జీవింపచేయటం అత్యావసరంగా కన్పించినది. ఐదుగురు కమీషనర్లలోనూ ఒకరైన డా॥ రాబర్ట్ బాచర్, మొదటిసారి లాజ్‌ఆల్‌మాజ్ ఆయుధాగారమును తనిఖీచేయుటకు వెళ్ళినప్పుడు అది శూన్యంగా ఉండటం చూచి విస్తుపోయారు.

2. ప్లుటోనియం U-235 చౌకగానూ అధికంగానూ ఉత్పత్తిచేయడానికి సాధ్యం అయింది

పరమాణుశక్తిద్వారా అమెరికాకు, ప్రపంచానికీ కూడా అనేకలాభాలు ఒనగూడవలయుననే ఉత్సాహంతో లిలియెన్‌థాల్ సహచరులతోబాటు కార్యరంగంలో ఉరికాడు. కాని రాజకీయరంగాన్ని అలుముకున్న కారుమేఘాలు, శాసన సంబంధమైన ఉత్తరువులు వారిదృష్టిని పరమాణు అస్త్రాల ఉత్పత్తివైపునకు మరలించినవి. అధికార ఫర్మానాలను వెౌదల

దాల్చి కమిషన్‌వారు తమబాధ్యతలను విజయవంతంగా నెర వేర్చగలిగారు. లాజ్ ఆల్‌మాజ్ పరిశోధనాశాల ప్రపంచము లోని మిగతా పరిశోధనాశాలలకన్నా ఎంతో మిన్నగా రూపొందినది. ఉత్తమ శ్రేణి పరికరాలతోనూ సుప్రసిద్ధులైన శాస్త్రజ్ఞులతోనూ లాజ్ ఆల్‌మాజ్ కళకళలాడింది. తేజః ప్రసారము (radiation) కారణంగా, హాన్‌ఫోర్డులోని ప్లుటోని యంను ఉత్పత్తిచేయు పరమాణు కొలుములు నామరూపాలు లేకుండా పోతున్నాయి. వీటిని బాగుచేసి పునరుద్ధరించారు. ప్లుటోనియం ఉత్పత్తిని అభివృద్ధిచేయటానికి మొదటినుండీ ఉన్న మూడింటికీతోడు నూతనంగా మరికొన్ని స్థానికలను నెలకొల్పారు. ప్లుటోనియమును రసాయనికముగా విభజించ డానికి వీలుకలుగునట్లు సులభమైనదీశక్తివంతమైనదీ అయిన ఒకవిధానం అమలులో పెట్టారు. జార్జియాలోని సవన్నాహ్‌వద్ద ప్లుటోనియమును ఉత్పత్తిచేసే మరొక కర్మాగారాన్ని నిర్మిం చటం ప్రారంభించారు. ఈ కర్మాగారంలో థర్మోన్యూక్లియర్ అస్త్రాలనిర్మాణమునకు అవసరమైన ట్రిటియం - 'అధికభార ఉదజని'నిఉత్పత్తి చేయటానికిగూడా ఏర్పాట్లుచేశారు. థర్మో న్యూక్లియర్ ఆయుధాలనుగురించి ముందుప్రకరణంలో తెలుసుకుందాము.

వాయు విస్తరణాయంత్రాగారమునకన్నా అధికంగా ధనం వెచ్చించవలసి ఉండటంవల్ల జాక్‌రిడ్జిలో విద్యుదయ స్కాంత యంత్రాగారమును మూసివేశారు. వాయు విస్తరణ యంత్రాగారమును బాగా వృద్ధిచేశారు. మరి రెండుయంత్రా గారములను 'పడుచా'లోను పోర్ట్స్‌మౌత్‌లోనూ నిర్మించారు.

ఈ అభివృద్ధి కార్యక్రమాలకు బిలియన్లకొద్దీ ధనం వెచ్చించారు. 1946 నాటికి లభ్యమైనదానికన్నా యితోధికంగా కేంద్రక విచ్ఛేదనా ప్రేలుడుపదార్థములు-ప్లుటోనియం, యురేనియం - 235 లను సరఫరాచేశారు. సమిష్టిగా వీటి ఉత్పత్తి వ్యయం బాగాతగ్గింది పరమాణువుయొక్క వికాస శక్తి అతిచౌక అయినది; ఒక డాలర్ వ్యయంతో మామూలు ప్రేలుడుపదార్థములనుంచి లభించే శక్తికన్నా ఒక డాలర్ వ్యయంతో లభ్యమయ్యే పరమాణు అస్త్రాల వినాశశక్తి ఎన్నోరెట్లు ఉంటుంది.

3. పరమాణు బాంబులు: పెద్దవి, చిన్నవి

కేంద్రకప్రేలుడు పదార్థముల (Nuclear explosives) సరఫరా వృద్ధిఅవుతుండగా లాజ్ ఆల్మాజ్ పరిశోధనా గారములో రకరకముల పరమాణు అస్త్రముల తయారుకు ప్రయత్నాలు జోరుగా సాగిపోతూ ఉన్నాయి. జయంట్ B - 36 బాంబరు విమానాలలో-హిరోషిమా నాగాసకీ పట్టణాలకు మోసుకొని పోబడిన పరమాణుబాంబులు అధికబరువు కలవి; అదుపులో ఉంచడానికి సాధ్యం కానివి. పరమాణు బాంబును ఆకట్టుకుని చుట్టూఉండే యంత్రభాగముల పరిమాణమును తగ్గించడానికి వీలవుతుందని నిర్ధారణఅయినది. ఉన్నచోటనుంచి బాంబరువిమానమునకు చేర్చడానికి యిప్పుడు అధిక ప్రయాస చెందనవసరంలేదు. పరమాణుబాంబును తుపాకి గొట్టంలోపెట్టి కాల్చడానికి గూడా వీలైనంత సౌలభ్యం ఏర్పడింది. పరమాణుబాంబుయొక్క పరిమాణం యీ విధంగా

కుదించి వేయటంవల్ల ప్రేలుడుశక్తిలోని ఉధృతం కొంతవరకూ తగ్గుతుంది. అందువల్ల విచ్ఛేదనాపదార్థంలో చాలాభాగం వ్యర్థం అవుతుంది. అయితే విచ్ఛేదనుయిన స్వల్ప పదార్థం విడుదలచేసే శక్తి మామూలు ఫిరంగిగుండు శక్తికన్నా ఎన్నో లక్షల లక్షలరెట్లు ఉంటుంది.

బాంబు పరిణామంలో తగ్గుదలా, కేంద్రీక విచ్ఛేదనా పదార్థములు భారీయెత్తున లభ్యం కావడమూవల్ల పరమాణు అస్త్రాలు విస్తారంగా ఉత్పత్తి కావడానికి అవకాశం లభించింది. అపురూపమైనవిగా పెద్ద పెద్ద పారిశ్రామిక కేంద్రాలతోటి ఆనుషంగిక లక్ష్యము (Stratagic largets)ల మీద మాత్రమే ఉపయోగించడానికి వీలవుతుందనుకున్న పరమాణు అస్త్రాలు అధికంగా ఉత్పత్తి చేయడానికి మార్గం ఏర్పడటంతో భవిష్యత్ సంగ్రామంలో వీటిని వేలసంఖ్యలో కాకపోయినా వందల సంఖ్యలో ఉపయోగించడానికి అవకాశం చిక్కింది. చిన్న చిన్న ఆంగికలక్ష్యములు (Tactical targets) అయిన సైనిక పటాలములమీదా, వంతెనలమీదా శత్రువుల ఆవసర సరఫరా కేంద్రాలమీదా కూడా వీటిని వేయవచ్చును.

ఆంగిక పరమాణు బాంబులను గురించి చాలామంది అపార్థం చేసుకుంటారు. జపాన్ నగరాలమీద ఉపయోగించిన బాంబులకన్నా స్వల్ప పరిమాణ విచ్ఛేదనా భారముగల బాంబులు అని వీరి అభిప్రాయము. అంతేగాకుండా పెద్ద పెద్ద పరిమాణాలలో నిర్మించే కొద్ది బాంబుల ద్రవ్యరాసితో ఎన్నో చిన్న బాంబులను నిర్మించవచ్చునని వీరి భావం. అయితే ఒక్క విషయం ముఖ్యంగా జ్ఞాపకం ఉంచుకోవాలి.

అనధి పరిమాణం (Critical size) అనే దానిని మాత్రము ఏ విధంగానూ నిర్మించడానికి వీలులేదు. కాబట్టి, ఆంగికలక్ష్య పరమాణుబాంబు అనేది, స్వల్పమైన విచ్ఛేదనా పదార్థము గలిగిన బాంబుగా భావించడానికి వీలులేదు. ఈ బాంబులో పూర్తి విచ్ఛేదనా భారము (Fissionable load) ఉంటుంది. అయితే దీనిని కూర్చడానికి మోసుకొనిపోవడానికి అవసరమైన పరికరాలు మాత్రం చిన్నవిగానూ తేలికగానూ ఉంటాయి. కొద్దిపాటి ఉపాంగముల సహాయంతో యిది తన గమ్యాన్ని చేరగలదు.

ఆంగికలక్ష్య (Tactical) పరమాణుబాంబుల అభివృద్ధితోపాటు శక్తివంతములైన ఆనుషంగిక (Stiatiagical) పరమాణుబాంబులు కూడా అభివృద్ధి చెందాయి. 1953 డిశంబరులో వెలువడిన ప్రెసిడెంట్ ఐసన్‌హోవర్ నివేదికనుబట్టి హిరోషిమా బాంబుకన్నా పాతికరెట్లు శక్తివంతమైన అనగా 400,000 టన్నుల Tnt శక్తితో సరిసమానమైన శక్తిగలిగిన పరమాణుబాంబులు నిర్మింపబడి పరీక్ష చేయబడినవి.

కారుచౌకగా రకరకాల పరమాణు అస్త్రాలు కోకొల్లలుగా లభ్యమాతూ ఉన్నందువల్ల అమెరికా తనయొక్క ఆ యుద్ధ ఉత్పత్తి శక్తినంతా అణ్వస్త్రాల ఉత్పత్తిమీద కేంద్రీకరించాలనీ తద్వారా తక్కువ ఖర్చుతో మిగతా దేశాలకన్నా పైచేయిగా ఉండవచ్చుననీ 1951 లో బ్రియన్‌మాల్‌మహాన్ సూచించాడు. అమెరికన్ మిలటరీ వ్యూహారచనా నిపుణులు యీ అభిప్రాయమునకు క్రమశః అలవాటు పడిపోయారు.

1954 నాటికి, యిదే అమెరికన్ దేశంయొక్క అధికారి
ఉద్యోహారచనాసిద్ధాంతం అయింది.

100,000 మంది ప్రాణాలను బలిగొని హిరోషిమాను సర్వనాశనంచేసిన పరమాణుబాంబునకన్నా యిరవైఅయిదు రెట్లు అధికవినాశ శక్తికలిగిన బాంబు అతి భయంకరమైనదే. కాని యుద్ధధర్మమూఅని రూపొందిన మరొక దారుణాస్త్రం—థర్మోన్యూక్లియర్ లేక ఉదజనిబాంబు వినాశశక్తిముందర యిది సోదిలోనికికూడారాదు. ఇంతకుముందు మనం ముచ్చటించుకున్న బాంబులకన్నా యీ ఉదజనిబాంబు విలక్షణమైనది కావటంవల్ల వేరే మరొక ప్రకరణకలో దీనిని గురించి తెలుసుకుందాము.

4. ఇతరదేశాలు పరమాణు బాంబులను సాధించినవి

హిరోషిమా నాగాసకీ నగరాల విధ్వంసముతోనూ, స్మిత్ నివేదిక వెలువడటంతోనూ పరమాణుబాంబుల ఉనికి వెల్లడిఅయిపోయింది. ఇలాంటి ఆయుధాలు యితర దేశాలకు ముఖ్యంగా సోవియట్ యూనియన్‌కి లభ్యం కావడానికి ఎంత కాలం పడుతుందో అనే విషయాన్ని గురించి ఊహాగానాలు ప్రారంభమైనాయి. కొందరు మిలటరీ అధికారులు, రాజకీయ నాయకులూ పది మొదట యిరవై సంవత్సరములవరకూ పట్టవచ్చునన్నారు. శాస్త్రజ్ఞుల అభిప్రాయం యీ విషయంలో వేరుగా ఉన్నది. హాన్స్‌బెథే, ఫ్రెడరిక్ సైట్జ్ పండితులు చాలాజాగ్రత్తగా ఆలోచించి తమ అభిప్రాయమును వ్యక్తం

చేశారు. అందుబాటులో ఉన్న సమాచారముల ఆధారము వల్ల సోవియట్ రష్యా అయిదు సంవత్సరముల కాలంలో స్వయంగా పరమాణుబాంబులను ఉత్పత్తి చేసుకోనగలుగు తుందని వీరు అంచనా వేశారు. హిరోషిమాపతనమైన నాలుగు సంవత్సరములన్నా కాకుండానే సోవియట్ యూనియన్ తన ప్రథమ పరమాణుబాంబు పాటవాన్ని పరీక్షించింది. ఈ విష యాన్ని 1949 సెప్టెంబర్ 23 న ప్రెసిడెంటు ట్రూమన్ వెల్ల డించాడు. యుద్ధకాలంలో పరమాణుఅస్త్రముల నిర్మాణము నకు అమెరికా చేసిన ప్రయోగపరిశీలన రహస్యములు, గూఢ చారులద్వారా రష్యావారికి చేరటంవల్ల, వారు యీ విష యంలో ఆశ్చర్యకరమైన అభివృద్ధిని సాధించడానికి అవకాశం ఏర్పడిఉంటుంది. గూఢచారుల నివేదికలు, భారీఎత్తున పర మాణు అస్త్రాల ఉత్పత్తిని కొనసాగించడానికి రష్యావారిని పురికొల్పి ఉంటాయి: సోవియట్ తత్వవేత్తలు ప్రాథమిక ప్రయోగపరిశీలనలు జరుపవలసిన అగత్యం లేకుండా చేసి ఉంటాయి. అంతే గాకుండా యీ నివేదికలే, త్వరితగతిని థర్మోన్యూక్లియర్ అస్త్రాల ఉత్పత్తినికూడా పురికొల్పి ఉంటాయి. అందువల్లనే అమెరికనులకన్నా ఒక సంవత్సరం ముందుగానే రష్యనులు థర్మోన్యూక్లియర్ అస్త్రమును ప్రేల్చి పరీక్షించటం జరిగింది.

సోవియట్ యూనియన్‌లో జరిగిన మొదటి రష్యన్ పరమాణుబాంబు ప్రయోగ పరిశీలనకూ మొదటి థర్మోన్యూ క్లియర్ అస్త్రప్రయోగ పరిశీలనకూ మధ్య నాలుగు సంవత్స రాల కాలంలోనూ మరో రెండు పరమాణు అస్త్రప్రేలుళ్ళు

మాత్రమే జరిగినట్లుగా అమెరికన్ అధికారులు ప్రకటించారు. గాలిలో ప్రేలిళ్ళ అణ్వస్త్రాలనుంచి విడుదల అయ్యే రేడియో ధార్మికత, వాతావరణానికి పైభాగంలో మేఘాలవలె ప్రపంచం చుట్టూ తిరుగుతూ ఉంటుంది. ఈ మేఘాలనుబట్టి అణ్వస్త్ర ప్రయోగం జరిగినట్లు శాస్త్రజ్ఞులు తెలిసికొనగలుగుతారు. ఈ సమయంలోనే A E C వారు షుమారు మూడు డజనుల పరమాణు బాంబులను పరీక్షించారు. మొదట పసిఫిక్‌లోని బికినీలోను, తర్వాత నెవాడా టెస్ట్ గ్రౌండ్స్‌లోనూ, మళ్ళీ పసిఫిక్‌లోని ఎనివెటాల్‌లోనూ పరీక్షించారు. రష్యాకన్నా అధికంగా అమెరికాకు రకరకాల అణ్వస్త్రాలు ఉన్నాయని దీనినిబట్టి మనం అనుకునేందుకు వీలు కలుగుతుంతు. అయితే, అమెరికాను, పశ్చిమ యురోపును మాత్రమే గాకుండా ప్రపంచంలోని ప్రధాన లక్ష్యాలను (Tarjet) కూడా నాశనం చేయుటకు సరిపడినన్ని అణ్వస్త్రాలను సోవియట్ యూనియన్ కొద్ది సంవత్సరములలోపునే సాధింపవచ్చును. పరమాణు బాంబులను కలిగిఉండటమే ముఖ్యంగాదు, వాటిని మోసుకుని పోగల సాధనాలుగూడా అతిముఖ్యమే. ఈ రంగంలోకూడా అమెరికాకన్నా వెనుకబడిఉన్నప్పటికీ సోవియట్ యూనియన్ ఎంతో పురోగమిస్తోంది. గ్రీన్‌లాండ్ మొదలు లిబియావరకూ ఓకినావానుంచి అలాస్కావరకూ విమానస్థావరాలను కలిగి ఉండటం అమెరికా విషయంలో పెద్ద అదృష్టం అనే చెప్పాలి. ఈ స్థావరాలనుంచి సోవియట్ యూనియన్‌మీద పరమాణు దాడి సాగించవచ్చును. ఇక సోవియట్ యూనియన్ వాయు మార్గాన్న అమెరికాను జేరాలంటే తన స్వంత స్థావరాల

నుంచి బయలుదేరి ఉత్తరధృవ ప్రాంతంమీదుగా రావలసి ఉంటుంది. మరొక చెంప, రహస్యంగా తీరం పొలిమేరలకు చేరి నౌకలూ జలాంతర్గాములూ ప్రారంభించే పరమాణు దాడికి అమెరికాయొక్క రెండు దీర్ఘతీరరేఖల పొడవునా ఉన్న అనేక నగరాలు గురిఅయ్యే అవకాశంఉన్నది. అమెరికా, పశ్చిమ యూరోపులకివలె సోవియట్ యూనియన్‌లో ప్రజా బాహుళ్యం పరిశ్రమలు కొద్ది నగరాలలోనే కేంద్రీకరింపబడి ఉండకుండా దేశమంతా విస్తరించి ఉండటంవల్ల దాడికి పూర్తిగా ఎరగాకుండా తప్పించుకొనవచ్చును.

యుద్ధానికి అనంతరం ఆర్థికవ్యవస్థలు పూర్తిగా దెబ్బ తిన్నందువల్ల పశ్చిమ యూరోపుదేశాలు. స్వయంగా తాము పరమాణు అస్త్రాలను నిర్మింపగలగటం అసాధ్యమనీ, అంత ర్జాతీయ కంట్రోలువిధానం ఏదైనా రూపొందితే తద్వారా సోవియట్‌యూనియన్‌లోనూ అమెరికాలోనూ గూడా పరమాణుఅస్త్రాల ఉత్పత్తి నిలిపివేయబడవచ్చుననీ వారు భావించారు. ఈ ఆశ వెనుకబడిపోయింది. చాలా దేశాలలో క్రమశః ఆర్థికవ్యవస్థ చక్కబడింది. పరమాణుబాంబులను నిర్మించడానికి వీలైనంతపరిమాణంలో బ్రిటన్ ప్లుటోనియమును ఉత్పత్తి చేయడానికి పని ప్రారంభించింది. కంబర్‌లాండ్‌లోని సెల్లాఫీల్డ్‌వద్దా హాన్‌ఫోర్డ్‌రకం ప్లుటోనియం ఉత్పత్తిస్థానికలను నిర్మించారు. దీనిలో ఉత్పత్తి అధికం కావటం మొదలుపెట్టగానే నమూనాబాంబులను తయారుచేసి, పరీక్షలుచేయటం ప్రారం భించారు. ఆస్ట్రేలియాకి వాయవ్యతీరానఉన్న మాంటబెల్లో

ద్వీపమునందు 1952 అక్టోబర్ 1 న మొదటిది, దక్షిణ ఆస్ట్రేలియాలోని ఎడారిలో 1953 అక్టోబర్ 15, 27 తేదీలలో రెండవది, మూడవది బాంబులు ప్రేల్చబడినవి.

ఫ్రెంచివారు పరమాణు రియాక్టర్లవరకుమాత్రమే తమ కార్యక్రమం పరిమితం చేసుకోవాలనీ, అణ్వస్త్రాల జోలికి పోకూడదనీ మొదట అనుకున్నారు. కాని ఇటీవల ప్లుటోనియం ఉత్పత్తి స్థాణికల నిర్మాణానికి పథకాలు తయారుచేస్తున్నారు. ఒకసారి ఉత్పత్తిగనక ప్రారంభమైతే తర్వాత పరమాణబాంబు వైపుకు దృష్టిమార్చక తప్పదు.

పరమాణు అస్త్రనిరాయుధీకరణమునకు సుస్థిరమైన ఒప్పందంమీాద కుదరకపోతే, అగ్రరాజ్యాలు పోటీలుపడి ఉత్పత్తిని అధికతరం చేస్తాయి. ప్రపంచాన్నంతా సమూలంగా నాశనము చేసివేయగలిగినన్ని పరమాణు బాంబులనూ, ఉదజని బాంబులనూ 15, 20 సంవత్సరాలలో యివి కలిగి ఉంటాయి. మిగతా దేశాలుగూడా తమ ఆయుధాగారములలో నమూనా పరమాణు బాంబులను కలిగి వుండవచ్చును. అణ్వస్త్రాల కారణంగా ఒకరిని చూచే మరొకరు భయభ్రాంతులౌతున్నప్పుడు సుస్థిరమైన శాంతి ఎక్కడనుంచి వస్తుంది. మానవజాతి యావత్తూ ఆ జన్మాంతమూ ఏక్షణాన్న నాశనమైపోతామో అనే ఆరాటంతోనే మనుగడ సాగించవలసి వుంటుంది. దీని నివారణకు ఒకటే మార్గం ఉన్నది. తమ చిత్తం వచ్చినట్లు అణ్వాస్త్రములను ఉత్పత్తిచేసి వుపయోగిం

చూటకు వృథ్వీళ్యూర్రే అగ్రరాజ్యాధికత్యను నామరూపాలు అధికారంలేకుండాచేసి, దానిస్థానే, నిరాయుధీకరణను అమలు జరచేటట్లుచేయగల విశ్వవ్యాప్త అధికారము స్థాపించబడాలి.

కొందరు మరోమార్గంగూడా వున్నదని చెప్పవచ్చును అన్ని దేశాలూ తమ ఆధిక్యాన్ని కాపాడుకుంటూ, పరస్పర ఒప్పందాలవల్ల పరమాణుఅస్త్రాలను వదులుకుని అమెరికా కెనడాలవలెనే అన్యోన్యంగా ఉండవచ్చునుగదా? ముందు ముందు ఏంజరుగుతుందో చూడవలసిఉన్నది.



X

శ్రేష్ఠతరమైన బాంబుల ఉత్పత్తి

(SUPER BOMBS)

ఇప్పుడు, మనం చర్చించబోతున్న కొత్తరకం పరమాణు బాంబును మన హట్టన్ ప్రాజెక్టు తత్వవేత్తలు, శ్రేష్ఠతరమైన బాంబు (Super bomb) గా పేర్కొన్నారు. విజ్ఞానశాస్త్రపరిభాషలో దీనికి థర్మోన్యూక్లియర్ బాంబుగా నామకరణం జరిగింది. ఈ బాంబులను సంఘటిత (fusion) బాంబులనికూడా పిలుస్తున్నారు. మామూలు పరమాణబాంబులలో విచ్ఛేదన కారణంగా పెద్దదైన కేంద్రకము రెండుభాగాలుగా వగిలిపోతుంది. ఈ నూతనరకమైన బాంబులలో విక్రియమీాద ఆధారపడి రెండు సూక్ష్మకేంద్రకాలు సమ్మిళితమై శక్తిని విడుదలచేస్తాయి.

ఈబాంబులందు-అపురూపమైన ఐసోటోపు రూపంలో ఉదజని ముఖ్యభాగంగా ఉండటంవలన వీటికి ఉదజనిబాంబులనీ లేక H - బాంబులనీకూడా సార్థకనామధేయం ప్రచారంలోనికి వచ్చింది. ఈ విధంగానే ఇంతకుపూర్వం విచ్ఛేదనాబాంబులకు A - బాంబులని పేరువచ్చింది.

ఈ నూతన రకమైన పరమాణు అస్త్రనిర్మాణము ద్వారా కేంద్రక పదార్థవిజ్ఞానము ఎంత అభివృద్ధి చెందినదీ మనం తెలుసుకుందాము.

15 సంఖ్యను తలక్రిందులుగా చూస్తే - ఒక లోయ యొక్క అర్థ విభాగమును - నిటారుగా ఉన్న కుడిగట్టునూ, వాలుగా ఉన్న ఎడమగట్టునూ సూచిస్తుంది. ప్రోటానులు న్యూట్రానులయొక్క స్థిరమైన అమెరికను లోయ అడుగు భాగం సూచిస్తుంది. ఇవి ఇనుమునకు పరిసరంలో ఉన్న మూల పదార్థములు. యురేనియములాంటి బరువైన మూలపదార్థముల కేంద్రకములు, ఉదజనిలాంటి అతితేలికయైన మూల పదార్థముల కేంద్రకములు - రెండు గట్లమీదా ఆ స్థిరనిర్మాణాలుగా సూచింపబడతాయి. గట్టుమీదనుంచి లోయలోకి ప్రవహించే నీటిచేత చక్రమును త్రిప్పినట్లు చేయవచ్చును; అదేవిధంగా ఈ మూలపదార్థ కేంద్రక భారమును తక్కువ ఎక్కువలు లేకుండా మధ్యేమార్గంగాచేసి తద్వారా శక్తిని విడుదల చేయించవచ్చును.

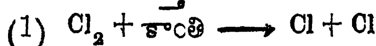
ఇంతవరకూ, ఎడమవైపు గట్టునుగురించి అనగా-యురేనియం లేక థోరియం విచ్ఛేదనతో బేరియం, క్రిప్టాన్, యింకా యితర మధ్యరకం భారముగలిగిన మూలపదార్థములుగా మారటం గురించి మనం ముచ్చటించుకున్నాము. అధికభారము గలిగిన రసాయనముల పదార్థములు భారీఎత్తున శక్తి విడుదల చేసే సామర్థ్యమును కలిగివున్నాయి. ఎందువల్లనంటే యీ గట్టునుంచి ఒక్కరాయిని కదిలించినా అది క్రిందకు దొర్లు కుంటూ పోవునప్పుడు విపరీతమైన వేగాన్ని పుంజుకుంటుంది

ఆవర్తన పద్ధతి (Periodic system)లోని తేలికభారము గల మూలపదార్థములకు యీ అదృష్టం లేదు. అంటే, తేలిక మూలపదార్థములతో విపరీతమైన ప్రేలుడు సంభవించే ట్లు చేయటం అసాధ్యం అని అర్థంకాదు. కాని ప్లుటోనియం యురేనియం – 235లతో కేంద్రక విచ్ఛేదన విక్రియ ప్రారంభంకావడానికి ఎంత సులభమో అంత సులభంగా తేలిక భారము కలిగిన మూలపదార్థముల విక్రియ ప్రారంభంకాదు. విచ్ఛేదనా పదార్థద్రవ్యరాసి లోనికి ఒక్క న్యూట్రానును ప్రవేశపెట్టగానే అనుక్రమ విక్రియ జరిగిపోయింది. అదే విధంగా తేలికభారము గలిగిన మూలపదార్థముల విషయంలో గూడా జరగవలెనంటే వీటిని విపరీతంగా వేడి చేయవలసి వుంటుంది.

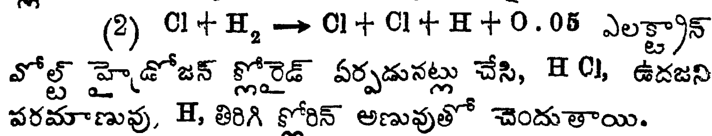
అన్ని అనుక్రమ విక్రియలకూ ఒక సామ్య ధర్మం ఉన్నది. ఒక కణముయొక్క పరివర్తన–కేంద్రకము, పరమాణువు, అణువు, తనతోబాటు మిగతావిగూడా పరివర్తన చెందునట్లుచేస్తాయి. ఇది సాధ్యమయ్యేటట్లు చేసే రెండు విధానాలు ఉన్నాయి. వీటిని కణ అనుక్రమాలు (Particle-chains) అనీ ఉష్ణ అనుక్రమాలు (Thermal chains) అనీ అనవచ్చును. మొదటిపద్ధతిని అనుసరించి విక్రయ ఒక కణంతో ప్రారంభం అవుతుంది. ఇది యితర కణాలను ఉత్పత్తిచేసి విక్రియ కొనసాగేటట్లు చేస్తుంది. ఇక రెండవపద్ధతి: బాగా వేడి చేయటంవల్ల విక్రియప్రారంభమై అధిక ఉష్ణమును ఉత్పత్తి చేసి బాగా విస్తరిస్తుంది.

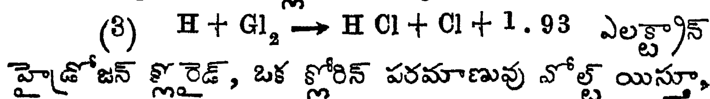
అణుగర్భ రసాయనశాస్త్రము (Nuclear chemistry) లో ప్రేలుడు విచ్ఛేదనా, ప్రేలుడు సంఘట్టనా అనేవి యీ రెండురకముల విక్రియా పద్ధతులకూ ఉదాహరణములు. సామాన్య రసాయన శాస్త్రములో వీటి రెండింటికీ పోలికలు ఉన్నాయి. పరమాణుబాంబునకూ, థర్మోన్యూక్లియరు బాంబునకూ గల తేడాలను తెలుసుకోవడానికి యీ ఉదాహరణ బాగా ఉపకరిస్తాయి.

డైనమైట్, ట్రినిట్రోటులీమున్, అంతర్దహన యంత్రములోని గాసోలీన్ ఆవిరి మొదలైన ప్రేలుడు పదార్థములకన్నింటికీ ఉష్ణ అనుక్రమ విక్రియ (Thermal Chain Reaction) అనేది సర్వసామాన్యమైన లక్షణము. రసాయన శాస్త్రములో కణ అనుక్రమం (Particle Chain) అనేది చాలా అపురూపమైన విధానం. దీనికి, కాంతి కిరణంచే ప్రారంభింపబడే క్లోరిన్ ఉదజనివాయువు మిశ్రమంయొక్క విక్రియను ఉదాహరణంగా చెప్పవచ్చును. కాంతి పరిమాణం (Light Quantum) క్లోరిన్ అణువుచే పీల్చివేయబడి అది రెండు అణువులుగా విచ్ఛేదమగునటుల చేస్తుంది.


(1) Cl_2 + కాంతి $\longrightarrow Cl + Cl$

క్లోరిన్ పరమాణువులు ఉదజని అణువులచే విక్రియ చెందుతాయి


(2) $Cl + H_2 \rightarrow Cl + Cl + H + 0.05$ ఎలక్ట్రాన్ వోల్ట్ హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ ఏర్పడునట్లు చేసి, H Cl, ఉదజని పరమాణువు, H, తిరిగి క్లోరిన్ అణువుతో చెందుతాయి.


(3) $H + Gl_2 \rightarrow H\,Cl + Cl + 1.93$ ఎలక్ట్రాన్ హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్, ఒక క్లోరిన్ పరమాణువు వోల్ట్ యిస్తూ,

క్లోరిన్ లేక ఉదజని (తక్కువపరిమాణంలో ఏది వుంటే అది) అంతా హరించిపోవువరకూ 2 ఎలక్ట్రాన్‌ఓల్టుల కన్నా కొంచెం తక్కువగా శక్తిని విడుదలచేస్తూ ఉంటుంది. అణుగర్భ అనుక్రమ విక్రియా విచ్ఛేదనమునకూ, యీ రసాయన అనుక్రమ విక్రియకూ గల పోలిక యిప్పుడు సులభంగా విశదమౌతుంది. విచ్ఛేదనను ప్రారంభించే న్యూట్రాన్‌పాత్రనే 'కాంతిపరిమాణం' కూడా ధరిస్తుంది, విక్రియను కొనసాగించే విచ్ఛేదన న్యూట్రానుల (Fission neutrons) పాత్రనే H, Cl పరమాణువులు ధరిస్తాయి.

ఇక్కడ ఒక్కవిషయం గుర్తించాలి. ఈ రెండువద్ధతుల యందూ అనుక్రమాన్ని - తాటస్థ్యకణములు : H, cl లేక న్యూట్రాన్ పరమాణువులు కొనసాగిస్తాయి. సమ్మిళిత విక్రియలలో (Fusion reactions) న్యూట్రానులు విక్రియవాహకములుగా పనిచేయలేదు. ధనవిద్యుత్ ప్రేరణగల్గిన కేంద్రకములు నేరుగా విక్రియ జెందవలసిఉంటుంది. అవి, ఒకదాని నొకటి విపరీతంగా వికర్షించుకొనునట్టివి అవటంవల్ల, విపరీతమైన గతివేగం (Velocity) కల్పించి వికర్షణకు లోనుగాకుండా చేస్తేనే విక్రియ సాధ్యం అవుతుంది. తేలిక కేంద్రకణముల మధ్య వికర్షణకు గాను విపరీతమైన ఉష్ణశక్తి అవసరం ఎందుకనో దీనినిబట్టి మనకు బోధపడుతుంది. బాంబులోని సమ్మిళిత విక్రియవలె గాకుండా రసాయన అనుక్రమవిక్రయ ఒక క్రమ పద్ధతి (Liner) లో ఉంటుందేగాని, శాఖ (Branch) లైపోదు. మరో విధంగా చెప్పవలెనంటే, 1, 2, 3 సమీకరణాలలో చూపిన రీతిని అంచెలవారీగా ఒక క్రమంలో ముందుకు సాగు

తుంది. ఎందువల్లననగా ఒక్కొక్క అంచె ఒక్కొక్క కణమును మాత్రమే ఉత్పత్తి చేస్తుంది. ఇది విక్రియను ముందుకు తీసుకు పోతుంది. ఇదే విచ్ఛేదన విక్రియలో గనక అయితే తడవకు 2,3 కణాలు పుడతాయి. ఆ తర్వాత అంచె క్రితం అంచె కన్నా రెండుమూడురెట్లు అధికవేగం గలిగి ఉంటుంది. పరమాణు రియాక్టర్లలో అనుక్రమ విక్రియ స్థిరంగా కొనసాగడానికిగాను విచ్ఛేదనా విధానవేగమును, న్యూట్రానులను పీల్చుకునే కంట్రోలు కడ్డీలను ఉపయోగించి, కృత్రిమంగా అదుపులో ఉంచుతారు.

అయినప్పటికీ, కాంతికిరణంచే ప్రారంభమైన క్లోరిన్-ఉదజని విక్రియ, ప్రేలుడుతో పరిసమాప్తమౌతుంది. విక్రియ తొట్టి (Reaction Vessel) పరిమాణము ఆకారము. దానియందున్న వాయువుల ఒత్తిడి తగినట్లుగా వుండి సమీకరణములో ఉత్పత్తి అయిన విక్రియ ఉష్ణము (Reaction heat) ను అతివేగంగా తీసుకొని వెళ్ళక పోతేనే యిది సిద్ధిస్తుంది. అనుక్రమం కొనసాగుతూ వుండగా వాయువు క్లోరిన్ ఉదజని అణువుల మధ్య నేరుగా విక్రియ సాధ్యమయేంతవరకూ వేడి ఎక్కుతుంది. (4) $H_2+Cl_2 \rightarrow 2Hcl+1.88$ ఎలక్ట్రాన్‌వోల్టు విక్రియవల్ల సరఫరా అయిన ఉష్ణము, వాయుద్రవ్యరాసి యింకా అధికంగా వేడి ఎక్కునట్లు చేస్తుంది. ఈ విధంగా విక్రియలు (2), (3), (4) అతివేగంగా జరుగునట్లు చేస్తుంది. క్రమబద్ధమైన కణ అనుక్రమము, ఉష్ణముతోకూడిన ప్రేలుడుతో అంతమౌతోంది.

ఇందాకటి ఉదాహరణలో తెలియచేసినట్లుగా ఉష్ణ ముతో కూడిన ప్రేలుడు, కణ అనుక్రమంతో ప్రారంభం కావలసిన అవసరం లేదు సర్వసాధారణంగా ఉష్ణముతో కూడిన ప్రేలుడు, బయటనుంచి సరఫరా అయ్యే ఒక నిప్పురవ్వ, జ్వాల, లేక ఉష్ణము ఉత్పత్తిచేసే రసాయన విక్రియతో సాధ్యం అవుతుంది.

సంపుటీకరణ కారణాంకము (Packing Factor) యొక్క వంపు మొట్టమొదట కనుగొనబడినప్పుడు, తేలికయైన అస్థిర మూలపదార్థములతో ఉష్ణముతో కూడిన ప్రేలుళ్ళు సాధ్యంగా వచ్చునని సూచింపబడినది. (15వ చిత్రంచూడండి) విచ్ఛేదనా బాంబుల అవతరణకు పూర్వము థర్మోన్యూక్లియర్ ప్రేలుడు అస్త్రములను తయారుచేయడం అసంభవంగా తోచింది. ఇట్లా ఎందువల్ల అనుకోవలసివచ్చిందో విశదీకరించటానికి రసాయనశాస్త్రము వైపునకు మనం తిరుగుముఖంపట్టి శక్తియొక్క లక్షణాలను గురించి కొన్ని విషయాలు తెలుసుకుందాము.

అస్థిరమైన ప్రపంచంలో మనం జీవిస్తున్నాము. మన స్వంత శరీరాలు, కొయ్య, బొగ్గు – భూమిమీదగల సమస్తేంద్రియ పదార్థములూ (Organic Matter) దహింపబడు శక్తి గలవి. అంటే, ప్రాణవాయువు, విక్రియను ప్రారంభించుటకు ఒక ఏజెంటు: అగ్ని, (విద్యుచ్ఛక్తి) గనక లభ్యమైతే యివి దహింపబడతాయి. శరీరములోని ఉచ్ఛ్వాస నిశ్వాసములు, సేంద్రియపదార్థ నశింపూ అనేవి మందగతి దహనములు. జంతు శరీరములలోఉండే ఎన్‌జైమ్స్ అనే ఒక రకమైన

సంయోగ పదార్థముల ఉత్ప్రేరక చర్య (Catalytic Action) కారణంగా యీ దహనకార్యం జరుగుతున్నది.

సేంద్రియ పదార్థముల దహనచర్య శక్తిని విడుదల చేస్తుంది. ఈశక్తి విడుదల అయేటట్లు చేయవలనంటే, ఏపదార్థమునుంచి మనం శక్తిని కోరుతున్నామో ఆ పదార్థానికి ముందుగా మనం కొంత శక్తిని సరాఫరాచేయాలి. కర్రపుల్ల మండవలెనంటే దానికి ముందుగా కొంత వేడినిఅందచేయాలి. ఈ రసాయన ప్రోద్బలశక్తి (Chemical Activation) లాంటిదే యాంత్రిక కృషి (Mechanical Effort) కూడా. యాంత్రిక కృషివల్ల కొండ శిఖరాన ఉన్నరాయి కదిలింపబడగానే కొండవాలుమీదుగా లోయవైపు దొర్లటం ప్రారంభిస్తుంది. ముందుకు పోనుపోనూ ఆరాయి విపరీతమైన వేగాన్ని పుంజుకుంటుంది. శాస్త్రపరిభాషలో ఆరాయిఉన్న స్థలనుంచి కదలక పూర్వం (లేక సేంద్రియ పదార్థమునకు బయటశక్తి లభ్యం కాకపూర్వం) అత్యల్పస్థితిజ పరిస్థితి (Potential Minimum) లో ఉన్నది; స్థిరమైన యాంత్రిక (లేక రసాయనిక) తులసామ్యము (Equilibrium) సిద్ధించడానికి దానిని స్థితిజ ప్రతిబంధకము (Potential Barrier) మీదుగా త్రోసి ముందుకు పంపించవలసిఉన్నది. రాయి విషయంలో భూమ్యాకర్షణశక్తి (Gravitation), రసాయన విధానముల విషయంలో విద్యుత్ శక్తులూ స్థితిజ ప్రతిబంధకాలు కావచ్చును. రసాయన విధానములలో – విక్రియ ప్రారంభం కావాలంటే అణువులూ పరమాణువుల మధ్యనున్న ఆకర్షణ – లేక వాటిలోఉండే ఎలక్ట్రాను ఆ కేంద్రకాల ఆకర్షణ తొలగింపబడవలసి ఉంటుంది.

ప్రతిబంధకాలను తొలగించడానికి ఉపయోగించే శక్తిని ప్రోద్బల శక్తి (Activation Force) అని అంటారు. ఇది సాధారణంగా 'వేడిచేయటం' ద్వారా లభ్యమౌతుంది-అంటే అణువులనూ పరమాణువులనూ తీవ్రంగా స్పందింపచేయాలి, విపరీతమైన శక్తితో ఢీ కొనేటట్లు చెయ్యాలి గంటకు 10 మైళ్ళ వేగంతో పోయే కార్లు రెండు ఒకదానితో ఒకటి ఢీ కొన్నప్పుడు, దాని అగాదు (Impact) ముందు భాగాలు వంగునట్లు సొట్టలు పడునట్లు మాత్రమే చేయగల శక్తిగలిగిఉంటుంది. ఆ కార్లే గంటకు 50 మైళ్ళలో గనక గుద్దుకున్నట్లయితే, వాటి ఉక్కు శరీరాలు ముక్కచెక్కలవుతాయి. ఇదేవిధంగా తక్కువ ఎక్కువ ఉష్ణోగ్రతలలో అణువులు ప్రవర్తిస్తాయి. 10 డిగ్రీల సెంటిగ్రేడునకు వేడిచేస్తే వాటివేగం రెట్టింపు అవుతుంది. రసాయన విక్రియయొక్క వేగము, ఉష్ణముతో గుణోత్తర శ్రేణి (Geometrical Progression) లో వృద్ధిచెందుతుంది. 20 డిగ్రీల సెంటిగ్రేడు ఉష్ణముతో 10 సంవత్సరాలలో పరిసమాప్తిఅయ్యే రసాయన విక్రియను, 100 డిగ్రీల సెంటిగ్రేడుతో 14 రోజులలోనూ, 200 డిగ్రీలతో 20 నిముషాలలోనూ 300 డిగ్రీలతో 1 సెకన్డులోనూ పూర్తి అవునట్లు చేయవచ్చును.

ఏ ఉష్ణోగ్రతలోనైనా అణువుల సగటుశక్తి, ఉష్ణోగ్రకు యుగ్మనిష్పత్తిలో ఉంటుంది. అయినప్పటికీ అన్ని కణముల లోనూ యిది సరిసమానంగా పంపకం చేయబడి ఉండలేదు. ఒకానొక రాసిగణనపంపకసూత్రము (Statistical distribution law) ను అనుసరించి – ఒక నిర్ణీతసమయంలో కొన్ని అణు

వులు సగటునకన్నా తక్కువగా శక్తిని కలిగిఉంటాయి; మరి కొన్ని అణువులు సగటునకన్నా అధికంగా శక్తిని కలిగి ఉంటాయి. అతి వేగవంతములైన కణములే విక్రియను ప్రారంభిస్తాయి. ఉష్ణోగ్రత ఎంత అధికమైతే అంత అధికంగా వేగగతి కణములు ఉంటాయి. విక్రియగూడా అతివేగంగా జరిగిపోతుంది. 300 డిగ్రీల సెంటిగ్రేడువద్ద ఉష్ణశక్తి సగటున 0.06 ఎలక్ట్రాన్‌వోల్టు లుంటుంది. అయినప్పటికీ, 1 ఎలక్ట్రాన్‌వోల్టు ప్రోద్బలశక్తితో విక్రియప్రారంభంకావచ్చును. ఎందువల్లనంటే ఆ ఉష్ణోగ్రతయందు కొన్ని అత్యధిక వేగ అణువులకు సగటు శక్తికన్నా పదిహేనురెట్ల శక్తి ఉంటుంది.

థర్మోన్యూక్లియర్ విక్రియల విషయంలోకూడా యీవిధంగానే ఉంటుంది. అయితే ఒక్క ముఖ్యమైన తేడా ఉన్నది. రసాయన విక్రియలను ప్రారంభించుటకు కావలసిన శక్తికన్నా ఎన్నోమిలియన్నరెట్ల ప్రోద్బలశక్తి వీటికి అవసరమౌతుంది. మిలియన్ల డిగ్రీల ఉష్ణోగ్రతలవద్దనే థర్మోన్యూక్లియర్ విక్రియలు సాధ్యమౌతాయి: దీనిలో ఆశ్చర్యం ఏమీలేదు. రసాయనచర్యలకు కారణభూతములైన సంయోగ సామర్థ్య (Valence) ఎలక్ట్రానులు పరమాణువులో కూర్పబడిన దానికన్నా దృఢతరంగా, కేంద్రకములో కణములు (న్యూట్రానులు, ప్రోటానులూ,) కూర్పబడి ఉన్నాయి, కాబట్టి వీటిని వేరుచేయవలెనంటే విపరీతమైన శక్తికావలసి ఉంటుంది.

సైక్లోట్రానులు, బేటాట్రానులు మొదలైన పరమాణు విచ్ఛేదనాయంత్రములు, కేంద్రకముమీద పరమాణు కణములచే దాడిచేయిస్తాయి. కేంద్రక విచ్ఛేదనమునకు కణములకు

ఉండవలసిన అత్యల్పశక్తి మనకు తెలుస్తుంది. వేర్వేరు కేంద్రక విక్రియలను ప్రారంభించడానికి కావలసిన ప్రోద్బలఉష్ణ శక్తులను దీనినిబట్టి మనం లెక్కకట్టవచ్చును. ఏ ఏ ఉష్ణోగ్రతలవద్ద విక్రియ నిరాఘాటంగా కొనసాగిపోతుందో గూడా మనం చెప్పవచ్చును.

మొదట్లో కేంద్రక ప్రోద్బలశక్తుల లెక్కల ఆధారంతో సూర్యమండలశక్తి ఉత్పత్తిని గురించి వివరించడానికి ప్రయత్నం జరిగింది. సూర్యుడు, యితర నక్షత్రములు, తేజఃప్రసారమును (radiation) ఆవరణ (Space) లోనికి అవిరామంగా పంపిం స్తున్న కారణంచేత విపరీతంగా శక్తిని కోల్పోతున్నాయి. ఈ సంగతి చాలాకాలంగా శాస్త్రజ్ఞులకి తెలుసును. ఈ నష్టమును మనం లెక్కకట్టి తెలుసుకొనవచ్చును. సూర్యుని విషయంలో–భూకక్ష్య వ్యాసముతో కూడిన గోళము యొక్క ఉపరితలమునకు భూమియొక్క అర్థవిభాగమునకుగల నిష్పత్తిచే భూమి తీసు కున్న సూర్యమండలశక్తిని గుణించాలి. సూర్యుని ద్రవ్య పరి మాణం తెలుసుకున్నతర్వాత, సూర్యునిలోగల తేజః ప్రసా రము (Radiation) ఉష్ణముగానే మనం ఎంచుతే ఏ రేటున అది చల్లబడుతూ ఉన్నదో మనం లెక్కకట్టవచ్చును. భూమి సృష్టింపబడినప్పుడు సూర్యునియొక్క ఉష్ణము ఎంతైనా అధి కంగా ఉండిఉండవచ్చును. విడుదల అవుతున్న శక్తి విడుదల అవుతూ ఉండగా వేరే మార్గంద్వారా శక్తిని కొంతవరకూ పుంజుకొనకపోతే సూర్యుడు ఈపాటికి ముంచుముద్దఅయిపోయి ఉండేవాడు. సూర్యునిలో 20 మిలియన్ల సెంటిగ్రేడ్ ఉష్ణో గ్రతవద్ద అంతర్గతంగా జరిగే థర్మోన్యూక్లియర్ విక్రియల

ద్వారానే తిరిగి యీశక్తి ఉత్పత్తి అవుతోంది. ఆ ఉష్ణోగ్రత వద్ద అతివేగంగా అనేక విక్రియలు జరిగిపోతూఉంటాయి. అందువల్లనే సూర్యుని వేడిని నిరాఘాటంగా నిలిచి ఉండటానికి కారణభూతమైనది. ఈ విక్రియవిధానములను తత్వవేత్తలు గుర్తించారు. మొట్టమొదట యీ విషయమును సూచించిన వాడు హాన్స్‌బెథె అనే పండితుడు. ఈయన పేరుతో 'బెథే కర్బనవలయం' (Bethe's carbon cycle) ప్రసిద్ధి చెందినది. నాలుగు ఉదజని కేంద్రకాలు ${}_1H^1$ కలిసి ఒక హీలియం కేంద్రకము ${}_2H^4$ గా ఏర్పడటమే యీవలయముయొక్క ఫలితము: (5) $4\,{}_1H^1 \longrightarrow {}_2He^4 + 2\,{}_1e^0 + 26$ మిలియన్ ఎలక్ట్రాన్ వోల్టులు నాలుగు ఉదజని కేంద్రకములయొక్క నాలుగు ప్రాథమిక విద్యుత్ ప్రేరణలనూ లోగొనడానికి 2పోజిట్రానులు ${}_4e^0$ విడుదల అవటం అత్యావసరం. ఈ విక్రియలో విడుదల అయిన 26 మిలియన్ల ఎలక్ట్రాన్ వోల్టులశక్తినీ, యురేనియం పరమాణువిచ్ఛేదనలో విడుదల అయ్యే 220 మిలియన్ల ఎలక్ట్రాన్‌వోల్టులశక్తితోనూ, క్లోరిన్ ఉదజని ప్రేలుడువల్ల విడుదలఅయిన 2 ఎలక్ట్రాన్‌వోల్టుల శక్తితోనూ పోల్చవచ్చును.

రసాయనశాస్త్రంలో రసాయన వివాహ సంధాతలు (Chemical marriage bookers) అనదగు ఉత్ప్రేరకముల (Catalysts) సహాయం ఉంటేనే విక్రియలు చాలావరకూ సాధ్యమౌతాయని మనకి తెలుసును. విక్రియ జరుగునప్పుడు యీ ఉత్ప్రేరకములు తాము ఏవిధమైన మార్పు చెందకుండా ఉంటాయి. ఉత్ప్రేరకములతో కూడిన రసాయన విక్రియలు అనేక అంచెలలో జరుగుతాయి. ఒక అంచెలో ఉత్ప్రేరకం

పాల్గొంటే మరొక అంచెలో అది బయటికి వచ్చేస్తుంది. విక్రియా విధానంలో నూతన మార్గాలను తెరవటమే ఉత్ప్రేరకములు చేసేపని. ఈ మార్గములు సుదీర్ఘములు అవుతే కావచ్చును; కాని యీ మార్గాలలో స్థితిజ ప్రతిబంధకాలు (potential barriers) ఏవీ అడ్డు తగలవు. కాబట్టి విక్రియకు అత్యల్ప ప్రోద్బలశక్తి (Minimum activation energy) గనక ఉంటే చాలును ఉత్ప్రేరకముతో కూడుకుని కొనసాగే విక్రియ అంచెలవారీగా నిరాఘాటంగా జరిగిపోతుంది.

ఇదే సూత్రము అణుగర్భ రసాయన శాస్త్రము (Nuclear Chemistry) నకుగూడా వర్తిస్తుంది. బెథే వలయంలో కర్బన కేంద్రకాలు, అణుగర్భఉత్ప్రేరకములు (Nuclear Catalysts) గా పనిచేస్తాయి. ఈ క్రింద చూపిన విధంగా అంచెల వారీగా విక్రియా క్రమం కొనసాగుతుంది.

పట్టిక 1

		Time Constant.
(6)	$_1H^1 + {}_6C^{12} \rightarrow {}_7N^{13}$	40,000 Yr.
(7)	$_7N^{13} \rightarrow {}_6C^{13} + {}_1e^0$	10 Min.
(8)	$_6C^{13} + {}_1H^1 \rightarrow {}_7N^{14}$	7000 Yr.
(9)	$_7N^{14} + {}_1H^1 \rightarrow {}_8O^{15}$	1 Million Yr.
(10)	$_8O^{15} \rightarrow {}_7N^{15} + {}_1e^0$	2 Min
(11)	$_7N^{15} + {}_1H^1 \rightarrow {}_6C^{12} + {}_2He^4$	20 Yr.

మొత్తము ఫలితం:



$$(12)\quad 4\,{}_1H^1 \rightarrow {}_2He^4 + 2\,{}_1e^0$$

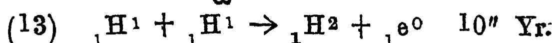
సూర్యుని మధ్యనఉండి విక్రియచెందే మూలపదార్థముల ఉష్ణో

్రగతా, సాంద్రతా, కేంద్రీకరణముల స్థితిగతులను (Time Constant) వరుసక్రమం తెలియజేస్తుంది. సూర్యుని కేంద్రములో ఉష్ణోగ్రత 20,000,000 డిగ్రీల సెంటిగ్రేడ్; సాంద్రత నీటి సాంద్రతకన్నా 100 రెట్లు అధికం, భరము – బరువునుపట్టి షుమారు $\frac{1}{3}$ ఉదజని బరువు ఉంటుంది. 12వ సమీకరణము రావడానికి 6 మొదలు 11 వ సమీకరణ వరకూ బీజగణితాంకములుగా కూడబడినవి. వలయంలో తర్వాత ఎప్పుడో పునరుత్పత్తిఅయ్యే కేంద్రకాలు విస్మరించబడినవి. కుడివైపు వరుసలో అన్ని విక్రియలూ ఒకొక్క అంచె సగం పూర్తికావడానికి షుమారు ఎంత సమయం పట్టేదీ గుర్తింపబడినది. రెండేసి కేంద్రకాలు ఢీకొనవలసిన అంచెలు 6, 8, 9, 11 $\frac{1}{3}$ ఉదజని కేంద్రీకరణము ఆధారముగా లెక్కించబడినవి. వలయం పూర్తిగావడానికి ఎంత సమయం అవసరమయ్యేదీ సమీకరణము 9 నిర్ధారణ చేస్తుంది, కాబట్టి యిది అత్యంత ముఖ్యమైది. దీనిని 'సీసామెడ' (Bottle Neck) అని అంటారు. ఈ సీసామెడ కారణంగా సూర్యునిలోని ప్రతి కర్బన అణుగర్భమూ, మిలియన్ల సంవత్సరాలకి ఒకసారిగాని ఉదజనిని హీలియంగా పరివర్తన చేయలేవు. కర్బన అణుగర్భములు మిలియన్ల సంవత్సరములు వలయాల్లో బంధింపబడి సూర్యగోళమునందు అపురూపములై పోవుటవలన సూర్యమండలములో ఉదజని హీలియమ్‌గా మారే అవకాశ సౌలభ్యములు ఏ పరిస్థితిలో ఉంటాయో మనం ఊహించవచ్చును. అదేవిధంగా మానవ శరీరంలో వుండే కంఠగ్రంథి (Thyroid gland) హార్మోనులు, శరీర అల్ప

ఉష్ణోగ్రతా పరిమాణము - మన ఉచ్ఛ్వాస నిశ్వాసములను స్థిరంగానూ, తక్కువగానూ ఉంచగలిగినవి.

బెథే వలయవిధానమువంటివే మరికొన్ని ఉన్నాయి. ఈ క్రింది సమీకరణములను పరిశీలించండి :

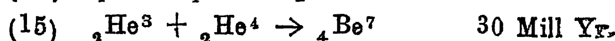
పట్టిక 2.



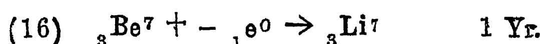
(13) ${}_{1}H^{1} + {}_{1}H^{1} \rightarrow {}_{1}H^{2} + {}_{1}e^{0}$ 10″ Yr.



(14) ${}_{1}H^{2} + {}_{1}H^{1} \rightarrow {}_{2}He^{3}$ 2 Sec



(15) ${}_{2}He^{3} + {}_{2}He^{4} \rightarrow {}_{4}Be^{7}$ 30 Mill Yr.

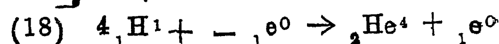


(16) ${}_{3}Be^{7} + -{}_{1}e^{0} \rightarrow {}_{3}Li^{7}$ 1 Yr.



(17) ${}^{3}Li^{7} + {}_{1}H^{1} \longrightarrow 2\,{}_{2}He^{4}$ 1 Min

మొత్తము ఫలితం.

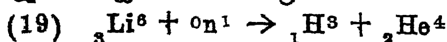


(18) $4\,{}_{1}H^{1} + -{}_{1}e^{0} \rightarrow {}_{2}He^{4} + {}_{1}e^{0}$

ఉత్ప్రేరకరహిత ఉదజని (Non catalyzed Hydrozen) విచ్ఛేదనా విక్రియలోని సీసామెడకు, విక్రియ 13 మొదటిమెట్టు సరి సమాన పరిస్థితులుగనక కల్పిస్తే బెథే వలయములోకన్నా యీ అంచ అత్యంత మందగతిన ఉంటుంది. సూర్యునిలో కర్బనముకన్నా ఉదజని అధికంగా ఉండటంవల్ల యిది దానితో పోటీ చేయగలదు.

ఈ రెండు విధానములలోనూ ఉదజని మేళనము (Hydrogen fusion) మన ప్రమాణములతో పోల్చిచూస్తే అతి మందగతిలో ఉన్నట్లు తోస్తుంది. సూర్యునిలోని స్థితిగతులను మించిన పరిస్థితులను యిప్పట్లో భూమిమీద సాధించలేమోనని అనిపిస్తుంది.

అయినప్పటికీ, తక్కువ ప్రోద్బల శక్తులతో ప్రారంభమయ్యే కొన్ని సమ్మేళనావిక్రియలు ఉన్నాయి. వీటిలో కొన్ని భూమిమీద ఉనికిగల అణుగర్భాలనులోగొంటాయి, మిగతావి కృత్రిమంగా రూపొందే అణుగర్భాలను తీసుకుంటాయి. మొదటి ఉదాహరణ 17 వ అంచెయందు జరిగే విక్రియలను పరిశీలిద్దాము. $_3Li^7$, $_1H^1$, యీ రెండూకూడా ప్రకృతిలో లభ్యమయ్యేవే. ఇవి రెండూకలసి $_2He^4$: హీలియం కేంద్రకముగా రూపొందుతాయి. సూర్యుని ఉష్ణోగ్రతవద్ద యీ పరివర్తన చెందడానికి 1 నిమిషం సమయము చాలును. తేలికగా లభ్యమయ్యే యితర సమ్మేళనా విక్రియలను పరిశీలిద్దాం. ఈ విక్రియలలో ఉదజనియొక్క భారమైన ఐసోటోపులు లోనౌతాయి. సహజసిద్ధమైన ఉదజనిలోఉండే డ్యూటిరియం, $_1D^2$, యింకా ట్రిటియం $^1H^3$, యీ తరగతికి చెందినవే. ట్రిటియం–అతివేగంగా రేడియోధార్మిక వినాశనము చెందుతుంది. కాబట్టి దీనిని కృత్రిమంగా తయారు చేయవలసి ఉన్నది. ఉదాహరణకు–అపురూపమైన లిధియం ఐసోటోపు, $_3Li^6$, న్ను రియాక్టరునందు న్యూట్రానుచే ఢీకొట్టించాలి.



(19) $_3Li^6 + {}_0n^1 \rightarrow {}_1H^3 + {}_2He^4$

ఉదజని ఐసోటోపుల సమ్మేళనతో 13 విక్రియను బోలిన విచ్ఛేదనా విక్రియలు సాధ్యం అవుతాయి. $_1H^2$ కేంద్రకానికి D: (డ్యూటీరాన్) అనీ, $_1H^3$ కేంద్రకానికి T (ట్యూటిరాన్) అనీ గుర్తులు ఏర్పాటు చేసుకుందాము. అప్పుడు సాధ్యమయ్యే సమ్మేళనలు– D + H, T + H, D + D, D + T, T + T. ఐన్‌స్టైన్ సమీకరణము $E = Mc^2$ నుపయోగించి మూడు ఉద

జని ఐసోటోపుల ద్రవ్యరాసులనుంచీ యీ విక్రియలలో 5 ఒక్కదానియందైనా ఎంతెంత పరిమాణంలో శక్తి విడుదల అవుతుందో లెక్కకట్టవచ్చును. 20 మిలియన్ల ఎలక్ట్రాన్ వోల్టుల ఉష్ణోగ్రత, నాలుగు సామాన్య ఉదజని పరమాణువుల విచ్ఛేదనాశక్తితో యీశక్తిపరిమాణం సరిపోతుంది.

అయితే వివిధములైన సమ్మేళనా విక్రియలను ప్రారంభించడానికి అవసరమైన ప్రోద్బలశక్తులు (Activation energies) ఒకదానిని పోలి ఒకటి ఉండవు-ప్రోటానులకన్నా తక్కువగా డ్యూటీరానులకూ, డ్యూటీరానులకన్నా తక్కువగా ట్రిటానులకు ప్రోద్బలశక్తి ఉంటుంది. కాబట్టి సామాన్యఉదజని మొదలు డ్యూటీరియం ట్రిటియం వరకూ వాటి విచ్ఛేదనా ప్రారంభమునకు అవసరమైన ఉష్ణోగ్రతా పరిమాణం అదేక్రమంలో తగ్గుతుంది. ఈ సంబంధము యీ క్రింద పొందుపరుప బడినది. చివరివరుసలో గతివేగం (Velocity) వస్తుంది. ఈ గతివేగంతోనే సూర్యుని ఉష్ణోగ్రతవద్ద విక్రియ కొనసాగుతుంది.

పట్టిక 3.

		Mev♦	Time Constant
(20)	$H + H \rightarrow D + {}_1e^0$	1.4	10″ Yr.
(21)	$D + H \rightarrow He^3$	5	0 5 Sec.
(22)	$T + H \rightarrow He^4$	20	0.05 Sec.
(23)	$D + D \rightarrow He^3 + n$	3.2	0.00003 Sec.
(24)	$D + D \rightarrow T + H$	4	0.00003 Sec.
(25)	$T + D \rightarrow He^4 + n$	17	0.0000012Sec.
(26)	$T + T \rightarrow He^4 + 2n$	11 ష్టు.	0.000001 Sec.

♦ Mev = మిలియన్ల ఎలక్ట్రాన్ వోల్టులు.

చివరి వరుసనుబట్టి, అతి భార ఉదజని ఐసోటోపులతో కూడిన విక్రియ లిప్తమాత్రంలో మిల్లిసెకన్డులో జరిగిపోతుంది. 10 మిలియన్ల సెంటిగ్రేడ్ ఉష్ణోగ్రతకు యీ ఉదజని ఐసోటోపులను అధిక ఒత్తిడి స్థితిలో (ఉదాహరణకు ద్రవంగా) హఠాత్తుగా గనుక తీసుకొని వస్తే త్రుటికాలంలో విక్రియ జరిగిపోతుంది.

పరమాణుబాంబునకు పూర్వం యింతటి ఉష్ణోగ్రతను ఉత్పత్తిచేయటం అనేది అసంభవవిషయంగా తోచేది. పరమాణుబాంబు ప్రయోగఫలితంగా యీ విషయంలో విపరీతమైన మార్పు వచ్చినది. నాగాసకీమీద వేల్చిన బాంబులాంటి బాంబు 50 మిలియన్ల డిగ్రీల ఉష్ణోగ్రతకలిగిన అగ్నిగోళాన్ని ఉత్పత్తిచేసింది. అప్పటినుంచీ అంతకన్నా శక్తివంతములైన బాంబులు తయారు చేయబడినవి. వీటి అగ్నిగోళాలు యింతకన్నా అధికతరమైన ఉష్ణోగ్రతకలవి.

25, 26 విక్రియలు, ప్రారంభప్రేరణకు అత్యంత సులభంగాను థర్మోన్యూక్లియర్ ప్రేలుడుకు అనువుగాను ఉన్నట్లు కనపడినా, థర్మోన్యూక్లియర్ బాంబులలో ఉన్న శక్తినంతా విడుదలచేయుటకు సమర్థవంతములు కాకపోవచ్చును. ఇదివరలో సూచించిఉన్న ట్రిటియం, ప్లుటోనియం ఉత్పత్తుల మధ్య పోటీయే యిందుకు కారణం.

U - 238 లో ఒక న్యూట్రాన్ వేల్చబడి 1 పరమాణువు ప్లుటోనియం లభిస్తుంది. ఇది 220 (Mev) ప్రేలుడుశక్తికి ప్రాతినిధ్యం వహిస్తుంది. ఒక పరమాణువు ట్రిటియం రూపొందడానికి ఒక న్యూట్రాన్ అవసరం. దీనిశక్తి 20 (Mev) కన్నా

తక్కువగా ఉంటుంది. ఒకే పరిమాణ న్యూట్రానుల పెట్టుబడితో యురేనియం రూపంలో 10 రెట్లు అధికంగా ప్రేలుడు శక్తి లభిస్తున్నప్పుడు థర్మోన్యూక్లియర్ బాంబులను తయారుచేయడం వ్యర్థమే అవుతుంది. అయితే (33) విక్రియలో చూపించినవిధంగా ట్రిటియం చేరని థర్మోన్యూక్లియర్ విక్రియలను, ట్రిటియమును మధ్యవర్తిత్వ ప్రేలకము (Intermediate detenator) గా ఉంచి, విచ్ఛేదన బాంబుచే చర్య జరిపించవచ్చును. ట్రిటియముతో పోల్చిచూస్తే ఉదజనియొక్క డ్యూటెరియం ఐసోటోపు అత్యంత స్థిరమైనది. దీనిని ఉదజని నుంచి అధికప్రమాణంలో ఉత్పత్తి చేయవచ్చును, తక్కువ ఖర్చుతో యిది సాధ్యమౌతుంది. దీనిని ఎంతకాలమైనా పదిల పరచవచ్చును. కాబట్టి 1953 లో ఎనివెటక్ వద్ద ప్రేల్చబడిన థర్మోన్యూక్లియర్ అస్త్రంలో యిది అధికప్రమాణంలో ఉండి ఉండవచ్చును.

ఒక D ఒక T కేంద్రకాల సమ్మేళనచే విడుదలఅయ్యే శక్తి, ఒక యురేనియం కేంద్రక విచ్ఛేదనమువల్ల విడుదల అయ్యే శక్తిలో 100 కి 7 పాళ్ళు మాత్రం ఉంటుంది. కాని D+T ప్రేలుడు శక్తి, ప్లుటోనియం, U-235 కన్నా మూడు రెట్లు అధికంగా ఉంటుంది. అన్నింటికన్నా ముఖ్యవిషయం ఏమంటే, అవధిపరిమాణ నిర్బంధం ఏమీలేకుండా బాంబులో విచ్ఛేదనా ద్రవ్యరాసిని కూర్చవచ్చును. కాబట్టి A-బాంబు వలె కాకుండా H-బాంబును ఎంత శక్తివంతమైనదిగా కావలనుకుంటే అంత శక్తివంతముగా ఉత్పత్తి చేయవచ్చును. పరమాణు బాంబునకన్నా వెయ్యిరెట్లు అధిక శక్తివంతమైన

బాంబుగా ఉదజని బాంబును గురించి 1945 - 52 మధ్య వార్తలద్వారా వినవచ్చినది.

1952 లో భారీఎత్తున ఎనివెటక్ లో థర్మోన్యూక్లియర్ అస్త్రపాటవ పరీక్ష జరిగినది. హీరోషిమా బాంబునకన్నా రెండు వందల రెట్లు అధికశక్తి కలిగిఉన్నట్లు అనధికార పూర్వకంగా వెల్లడి అయినది. యింతకన్నా ఉధృతశక్తి కలిగిఉండే అస్త్రములను తయారుచేయటం అసాధ్యం ఏమీలేదు.

టన్నులకొలదీ ఉదజనితో బాంబులను కూర్చటం, వాటిని అనుకొన్న చోటికి చేరవెయ్యటం అసాధ్యంకావచ్చును. ఏ పరిమాణంలో ఉన్నప్పటికీ థర్మోన్యూక్లియర్ బాంబు ప్రయోగం అపరిమిత వినాశహేతువవుతుంది. యుద్ధానంతరం థర్మోన్యూక్లియర్ అస్త్రముల నిర్మాణ అభివృద్ధి విషయంలో అమెరికనులు విపరీతమైన ఉత్సాహమును ప్రదర్శింపలేదు. మిగతా దేశాలుగూడా పోటాపోటీలమీద యీ అస్త్రాల నిర్మాణానికి పరుగులు తీస్తాయనే అభిప్రాయమే యిందుకు కారణమైఉంటుంది. అందువల్ల 1945 - 50 మధ్య యీఅస్త్రములను గురించి ఏ విషయమూ బయటకురాలేదు; అతి గుంభనగా ఉండిపోయింది. అయితే, థర్మోన్యూక్లియర్ అస్త్రముల పుట్టుపూర్వోత్తరాలను గురించి వియన్నా తత్వవేత్త హాన్స్‌థిరింగ్, 1946 లో ప్రచురింపబడిన తన విజ్ఞానశాస్త్రగ్రంథంలో విపులంగా చర్చించి ఉన్నాడు. సెనెటార్ ఎడ్విన్ జాన్‌సన్ ఒక టెలివిషన్ ప్రదర్శనలో ఉదజని బాంబును గురించి ప్రస్తావించడంతో 1950 లో యీ విషయం అమెరికా అంతా ప్రాకిపోయింది. దీనితో పెద్ద వాగ్వివాదం

ప్రారంభమయింది. ఎడ్వర్డ్ టెల్లర్ మొదలైన తత్వవేత్తలు ఉదజనిబాంబు కార్యకలాపాలను అభివృద్ధిచేయాలని వాదన మొదలుపెట్టారు. ఇప్పుడుఉన్న పరమాణు అస్త్రాలవల్లనే ప్రజాబాహుళ్యం భయభ్రాంతులై ఉండగా కొత్తగా థర్మో న్యూక్లియర్ అస్త్రములను అభివృద్ధిపరచటం గాయంమీద సున్నం జల్లినట్లు అవుతుందనీ, అంతులేని ప్రాణనష్టానికీ సంపద నష్టానికీ కారణభూతమౌతుందనీ వీరి ప్రత్యర్థుల వాదన. పరమాణు బాంబులకు అవసరమైన ట్రిటియం ప్లుటోనియముల మధ్య ఉత్పత్తి విషయంలో పోటీనికూడా వీరు సూచించారు. (నవన్నాహి కర్మాగారంలో ప్లుటోనియంగాని లేదా ట్రిటియం గాని, ఏదో ఒకటి ఉత్పత్తి చేసేందుకు వీలవుతుంది.)

అయితే సోవియట్‌యూనియన్ తన ప్రథమ పరమాణుబాంబు ప్రయోగపాటవాన్ని పరిశీలించి చూచిందనే వార్త వెలువడటంతోటే, ఆరు నూరయ్యేది నూరు ఆరయ్యేది గాక, నూతన అణుఅస్త్రాలు అతివినాశకర హేతువులయ్యేది గాక, రష్యాకన్నా అమెరికా పైచెయ్యిగా ఉండేందుకు వీటిని ఉత్పత్తిచేసి తీరవలసిందే-అనే సంచలనం కలిగింది. దీనికి అనుకూలంగా ప్రెసిడెంట్ ట్రూమన్ ఆయన సైనిక రాజకీయ సలహాదారులు పచ్చజండాలు ఊరేగించారు. రెండు సంవత్సరముల లోపునే ఉదజనిబాంబు నిర్మాణ కార్యకలాపాలు అతి ఉధృతంగా సాగిపోయాయి. థర్మోన్యూక్లియర్ అస్త్రములు ప్రేలుటకు అవసరమైనంత భారీ ఉష్ణోగ్రతను ఉత్పత్తి చేయవచ్చునని పరీక్షలవల్ల తేలినది. 1951 లో ఎనివెటాక్ వద్ద అణ్వస్త్రపరీక్షలు మరికొన్ని జరిగినవి. పరిశీలింపబడిన విష

యోగాలు బయటకు వెల్లడికాలేదు చివరకు 1952 నవంబరు 1 వ తేదీన ఎనివెటాక్ ప్రాంతంలోనే సంపూర్ణ స్వరూపమును దాల్చిన థర్మోన్యూక్లియర్ అస్త్రం ప్రేల్చబడింది. ఈఅస్త్రం హిరోషిమా బాంబునకన్నా 200 రెట్లు శక్తివంతమైనదని అనధికారవర్గములవారు లెక్కకట్టారు. మరొకమాటలో చెప్ప వలసివస్తే, దీనియొక్క ప్రేలుడుశక్తి 4 మిలియన్ల టన్నుల ట్రినైట్రోటొలీన్ ప్రేలుడుశక్తికి సమానమని చెప్పవలసి ఉంటుంది. ఈ అస్త్రం ఎక్కడైతే పేల్చబడినదో ఆ ద్వీపం సముద్రంలో నామరూపాలు లేకుండా కలిసిపోయినది. ప్రేలుడు వల్ల ఆ ప్రాతంలో బ్రహ్మాండమయిన అగాధం ఏర్పడింది.

థర్మోన్యూక్లియర్ అస్త్రాలను విమానములమీదగాని మరి ఏ సాధనములవల్లగాని శత్రుస్థావరప్రాంతములకు తీసుకుని పోవుటకు సులభసాధ్యమైనదికాదు కాబట్టి ఈ అస్త్రములు నిజంగా బాంబు స్వరూపంలో వుంటాయో లేదో మనకు తెలి యదు. అయితే, పరమాణుబాంబును, పరిమాణంలో కుదించి ఫిరంగిద్వారా విసరివెయ్యడానికి అదను చిక్కింది కావున థర్మోన్యూక్లియర్ అస్త్రాలనుకూడా విమానముల ద్వారా తీసుకువెళ్ళటానికి వీలుకలిగే పరిమాణంలో తయారుచేయటం త్వరలోనే సాధ్యం కావచ్చును. ఇటువంటి అస్త్రములు రూపొందినటుల 1954 ఫిబ్రవరిలో ప్రెసిడెంట్ ఐసెన్‌హోవర్ ప్రకటించారు. 1954 ఏప్రియల్ – మే మాసాలలో మార్షల్ ద్వీపములయందు జరిపిన థర్మోన్యూక్లియర్ అస్త్రములపాటవ పరీక్షలు విజయవంతములైనవనిగూడా వార్తలు వెలువడినవి.

భవిష్యత్తునందు జారీఎత్తునజరిగే ఏ యుద్ధమునందైనా వందలు వేలసంఖ్యలో యీ బాంబులనుగనుక ప్రేల్చటం సంభవిస్తే, యుద్ధములో పాల్గొంటున్న ఆయాదేశాలు సర్వనాశనమై పోతాయి. ప్రేలుళ్ళవల్ల ఉత్పత్తి అయి భూమిమీదకు చేరుకునే విచ్ఛేదనా పదార్ధముల రేడియో తేజః ప్రసార ప్రభావంవలన, బ్రతికిబయటపడిన జీవజాతి వికృతరూపాలతో నిర్వీర్యమైపోతుంది.

పరమాణుబాంబునకువలెనే ఉదజని (థర్మోన్యూక్లియర్) బాంబునకు సంబంధించిన ప్రాథమిక నిర్మాణసూత్రములు, ఒక్క అమెరికన్‌లకుమాత్రమే హక్కుభుక్తములైన రహస్య విషయములుగావు. నాగాసకీమీద ప్రయోగించిన బాంబును అమెరికనులు ప్రత్యేక సాంకేతిక నిపుణతతో నిర్మించారు. ఆవిధంగానే ఉదజనిబాంబుల నిర్మాణంలోకూడా ప్రత్యేక సాంకేతికసూత్రాలు యిమిడిఉండవచ్చును. కాని బాంబుల నిర్మాణమునకు ఆధారసూత్రాలు అందరికీ తెలిసినవే. కాబట్టి, బాంబునిర్మాణమునకు ఆధారములైన ప్రత్యేక సాంకేతిక సూత్రాలను రహస్యంగా దాచటం అనేది ఎంతోకాలం కొనసాగలేదు. తమకు తెలియని యీ సూత్రాలను మిగతా దేశాల తత్వవేత్తలు త్వరితగతిని సాధించితీరుతారు.

ఎనివెటాక్‌లో పరిశీలు పరిసమాప్తినొందిన సంవత్సరములోపునే - 1953 ఆగష్టు 12 న, సోవియట్‌యూనియన్ థర్మోన్యూక్లియర్ అస్త్రపాటవాన్ని పరీక్షించినట్లుగా సాక్ష్యమున్నదని పరమాణుశక్తి విచారణాసంఘం ప్రకటించటంలో అమెరికనులు దిగ్భ్రాంతులయ్యారు.

XI

పరమాణుబాంబుల నిషేధమునకు జరిగిన ప్రయత్నముల వైఫల్యం

చాలమంది ప్రజలకు పరమాణు విచ్ఛేదనా, సమ్మేళన ఎంతటి దిగ్భ్రాంతిని కలిగిస్తాయో రసాయనశాస్త్ర, జీవశాస్త్ర, విద్యుత్ పరమాణుశాస్త్ర రహస్యములుగూడా అంతే దిగ్భ్రాంతిని కలిగిస్తాయి. ఇక శాస్త్రజ్ఞులవిషయంలో — పరమాణువులు, అణువులు, స్వతంత్రమైన ఎలక్ట్రానులు లోనైన సంఘటనలకూ—పరమాణువులు విచ్ఛేదమగుట, స్వయంవిపాటనం (disintegrate) చెందుట, సమ్మేళనచెందుట మొదలగు సంఘటనలకూ గల తేడా ఆశ్చర్యచకితుల్ని చేస్తూంది. 1942 డిసెంబర్ 2 వ తేదీన చికాగోలో ప్రప్రథమ పరమాణుకొలిమి రగుల్కొనడంతో చరిత్రలో నూతనశకం ప్రారంభమైనది.

మన శరీరాలువలెనే, మనను ఆవరించి చుట్టూఉన్న ప్రపంచం - ముఖ్యంగా రసాయన ధర్మాలతో నిండిఉన్న ప్రపంచంగా మనం చెప్పవచ్చును. మానవుడు మొదటిసారి నిప్పును వెలిగించినప్పుడు అతడు ఒక రసాయన శక్తి సహాయమును పొందుతున్నాడు. ఈశక్తి అడపాదడపా అపాయములు

కలిగించవచ్చును. కాని చివరికి దానిని మానవుడు తన అదుపు ఆజ్ఞలలోనికి తీసుకువచ్చాడు. అణుగర్భాగ్ని (Nuclear Fire) ని గనక విడుదలచేస్తే ఒకానొక రోజున అది ప్రపంచాన్నే తుడిచి పెట్టవచ్చును. ప్రపంచములోని అన్ని అగ్రరాజ్యాలూ, విజ్ఞాన విషయములందు సమానస్థాయిలో పురోగమిస్తూ ఉన్నందువల్ల, పరమాణు అస్త్రాల నిర్మాణమునకు తానే గుత్తదారునని ఏ దేశమూ విర్రవీగేందుకు వీలులేదు. పరమాణు విచ్ఛేదనా వినాశనమునుండి మానవజాతి రక్షింపబడవలెనంటే అణ్వస్త్రములను ప్రపంచ వ్యాప్తమైన కంట్రోలునందు ఉంచాలి; అప్పుడే వీటియొక్క శక్తిని వినాశకర కార్యములకు ఉపయోగించకుండా ఉండుటకు సాధ్యమౌతుంది.

రాజకీయపరంగానూ, మిలిటరీ పరంగానూ అణ్వస్త్ర ప్రయోగములవల్ల ఒనగూడే సాధకబాధకాలను గురించి మన్‌హట్టన్ పరిశోధనా శాల నాలుగుగోడల మధ్యా అనేక చర్చలు జరిగినవి. 1945 మార్చిలో లియోస్జిలార్డ్ ప్రెసిడెంట్ రూజ్‌వెల్టుకి ఒక నివేదిక అందజేశాడు. పరమాణు బాంబులను సిసలైనవిగా రూపొందించవలసిన ఆవశ్యకతను సూచిస్తూ ఆయన నివేదికలో యిట్లా తెలియజేశారు.

ఈ బాంబులు, మనం తయారుచేయగలమనుకుంటున్న బాంబులకన్నా తక్కువ శక్తిగలదే అయినప్పటికీ జపాన్‌మీద మనం ప్రయోగించబోతూఉన్న ప్రథమ పరమాణుబాంబు అత్యద్భుత విషయముగా పరిగణింపబడి యితర దేశాలను, యిలాంటి అస్త్రాల నిర్మాణమునకు పరుగులు పెట్టిస్తుంది.

మనకూ మిగతా దేశాలకూ మధ్య అణ్వస్త్ర నిర్మాణంలో పరుగుపందెం ప్రారంభమౌతుంది.

ప్రథమ పరమాణు ప్రయోగానంతరము కొన్ని సంవత్సరముల వరకూ మనం రష్యాకన్నా పైచేయిగా ఉండటం తథ్యం. పరమాణు బాంబు నిర్మాణ కార్యకలాపాల్లో రష్యాకన్నా మనం ఎంతో ముందుగా ఉన్నామని భావించినప్పటికీ మళ్ళీ యుద్ధమనేది జరిగితే యీ అభివృద్ధివల్ల మనకు ఒరిగేది ఏమీలేదు. శత్రువుల దాడినుంచి మనం తట్టుకోగలగటం కూడా కష్టసాధ్యమే అవుతుంది.

ప్రజలు, పరిశ్రమలు, పట్టణాలలో వివరీతంగా కేంద్రీకరింపబడి ఉండటమే మన బలహీనతకు కారణమౌతుంది. ఈ పట్టణాల వినాశనంతో మన ప్రతిఘటనాసామర్థ్యంకూడా నశించిపోతుంది.

ఈ విచ్ఛేదనా పదార్థముల ఉత్పత్తిని కంట్రోలుచేయుటకుగాను ఏదైనా ఒకమార్గమును కనిపెట్టడానికి వీలు ఉన్నదా లేదా అన్నేప్రశ్నకు మనం ప్రప్రథమంగా సమాధానం నెదుకవలసి వున్నది. రాజకీయంగాను సాంకేతికంగానూ పరమాణు అస్త్రములను కంట్రోలుచేయడానికి సాధ్యమౌతుందా? అట్లా సాధ్యంకావడానికి మనం ఏ విధంగా ప్రయత్నం చేయవలసి వుంటుంది? ఈ ప్రశ్నలను మనం పరిశీలించి వెంటనే నిర్ణయాలు చేయవలసి వున్నది.

పరమాణు అస్త్రముల కంట్రోలుకు రష్యనులు సమ్మతించేటట్లు చెయ్యాలి. తగిన సమయంచూచి వారితో ప్రస్తావించటం అవసరం. పరమాణుబాంబుల పాటవాన్ని ప్రద

ర్శించిన వెంటనేసోవియట్ యూనియన్‌తో మనం సంప్రదింపులు సాగించటం మంచిది.

1945 జూన్‌లో, యిదేవిధమైన అభిప్రాయములను తెలియజేస్తూ యుద్ధ కార్యదర్శికి మరో నివేదిక సమర్పించ బడినది. ఈ నివేదికను, చికాగో పరిశోధనాశాలవారు నెల కొల్పిన ఒక సంఘంవారు తయారుచేశారు. ఈ సంఘమునకు జేమ్స్ ఫ్రాంక్ అధ్యక్షులు, ఫ్రాంక్ నివేదికలో యీ క్రింది విషయాలు పొందుపరచ బడినవి.

ప్రపంచ శాంతిని నెలకొల్పడానికి గాను శక్తి వంతమైన అంతర్జాతీయ సంస్థను ఒక దానిని ఏర్పాటు చేయుటకు ఆవశ్య కమని అందరూ భావిస్తూనే ఉన్నారు. పరమాణు అస్త్రముల ఉనికిని బట్టి యిట్టి అంతర్జాతీయ సంస్థాపనావశ్యకత మరీ ఎక్కువఅవుతున్నది. ఇటువంటి సంస్థద్వారా పరమాణు అస్త్ర ములను యుద్ధములందు వుపయోగించకుండా నిషేధించ వచ్చును. అంతేగాకుండా అన్ని దేశాలూ ఒకదానితో ఒకటి పోటీపడి అణ్వస్త్రాల నిర్మాణంలో పరుగులు తియ్యకుండా అదుపు చెయ్యవచ్చును.

ఈ విషయంలో అంతర్జాతీయంగా సుస్థిరమైన ఒప్పం తం జరగకపోతే పరమాణు అస్త్రాల నిర్మాణ పరుగుపందెం మరింత ఉధృతమౌతుంది. ఈ క్షేత్రంలో మనదే పై చెయ్యి అని పొంగిపోవటానికి నాలుగు మొదలు పది సంవత్సరముల వరకూ మాత్రమే మనకు అవకాశం వుంటుంది. ఈ లోపున మిగతా దేశాలుగూడా అణ్వస్త్రాలనిర్మాణవిషయంలో మనతో సమాన స్థాయీలోకి వస్తాయి. ఈ సమయంలోనే మన

పరిశ్రమలను జనాభాను వికేంద్రీకరించి దేశమంతటా సర్దుబాటు చేయవలసి వుంటుంది.

పరమాణు అస్త్రాలను రెండువిధాలుగా కంట్రోలు చేయవచ్చునని యీ నివేదిక సూచించినది.

ప్రతి అగ్రరాజ్యమూ జాతీయ ఆర్థికవిధానంలో కొన్ని వ్యవస్థలను అంతర్జాతీయ కంట్రోలుకు దారాదత్తం చేయటం ద్వారా తన సార్వభౌమహక్కులలో కొంతభాగం వదులుకో వలసి వుంటుంది. కంట్రోలును రెండువిధానాలద్వారా సాధించ వచ్చును.

మొదటిమార్గం అతిసులభమైనది : ముడిపదార్థములు ముఖ్యంగా యురేనియం ఖనిజమునకు రేషనింగ్ పద్ధతి అమలు పరచాలి. భూమినుండి వివిధప్రాంతాలలో త్రవ్వితీసే పదార్థ మును కంట్రోల్ చేయాలి. ఏ దేశమూకూడా భారీఎత్తున విచ్ఛేదనా ఐసోటోపులను వేరుపరచదానికి వీలులేనంత పరి మాణంలో యీ పదార్థమును సరఫరా చెయ్యాలి.

ఈ విధంగా పంపకంచేయటంవల్ల శాంతికాల ప్రయో జనముల కొరకు పరమాణుశక్తి వినియోగ కార్యకలాపము నకు ప్రతిబంధకం కలుగవచ్చును.

పరస్పరం విశ్వాసంతోనూ నమ్మకంతోనూ ఉన్నత స్థాయిని చేసుకునే ఒప్పందంవల్ల, అత్యధికంగా ఉత్పత్తి కొన సాగుతుంది : ప్రతిపౌను యురేనియం ఖనిజమూ ఏవిధముగా వినియోగింపబడుతున్నదీ లెక్క తెలుస్తుంది.

ఈ కారణాలు అన్నింటినీ అతిజాగ్రత్తగా పరిశీలించి చూడటంవల్ల, ముందుగా ఏవిధమైన హెచ్చరికాచేయకుండా

జపాన్‌మీాద పరమాణుబాంబును ప్రయోగించటం అనేది న్యాయసమ్మతంగా తోచడం లేదు. మానవజాతికి అపార నష్టమును కలుగజేసే యీా నూతన అస్త్రమును ఓంప్రథమంగా అమెరికా విడుదలచేస్తే – ప్రపంచమంతటా ప్రజాసహాకారాన్ని త్యాగం చేసుకోవలసివస్తుంది. అణ్వస్త్రనిర్మాణమునకు యితర దేశాలు పరుగులు పెట్టేటట్లు చేస్తుంది; అంతేగాకుండా భవిష్యత్తులో యిటువంటి అస్త్రముల బహిష్కరణ ఉద్యమానికి తీరని ప్రతిబంధకమౌతుంది.

కాబట్టి, ఎవరికీ ఎట్టినష్టమూ వాటిల్లకుండునట్లు ఒక నిర్జన నిరామయ ప్రదేశములో ప్రప్రథమంగా అణ్వస్త్రాలను ప్రేల్చి, వాటి పాటవమును ప్రపంచమునకు ప్రదర్శించుట ద్వారా – భవిష్యత్తులో అణ్వస్త్రముల కంట్రోలుకు కొనసాగే ప్రయత్నములు ఫలప్రద మగుటకు మంచి అవకాశం వున్నది.

అమెరికన్ రాజ్యాంగ నిపుణులంతా,యుద్ధంలో ఏవిధంగా వెంటనే విజయుం సాధించటమా అనే ఆలోచనలో మునిగి ఉన్నారు. యుద్ధ కార్యదర్శి స్టిమ్‌సన్ 1945 మార్చి 15వ తేదీన ప్రెసిడెంట్ రూజ్‌వెల్ట్‌ని కలుసుకొని యీా విషయాన్ని విశదీకరించాడు. యుద్ధానంతరం పరమాణు అస్త్రములనుకంట్రోలు చేయడానికి రెండు మార్గములు సూచింపబడినవి. బాంబు ప్రయోగము గనక విజయవంతమైతే దానికి కారకులైనవారే కంట్రోలు చెయ్యటం ఒక మార్గం. విజ్ఞానశాస్త్ర విషయములలో స్వేచ్ఛఉండి వివిధదేశాలు అంతర్జాతీయంగా కంట్రోలు చేయడం రెండవ మార్గం. "ఈ విధమైన సిద్ధాంతీకరణ అనేక

మంది రాజకీయ దురంధరులనుగూడా పరమాణుశక్తి కం ట్రోలు విషయంలో పెడదారులు పట్టించినది. గుత్తదారుని వలె పరమాణు బాంబులను కలిగిఉండటం లేకపోవటం అనేది తన ఆధిక్యతమీదే ఆధారపడిఉన్నదని అమెరికా తలంచడమే యీసందిగ్ధ పరిస్థితికి కారణమయింది.

రూజ్‌వెల్ట్ అనంతరం ట్రూమన్ అధ్యక్షుడయ్యాడు. పరమాణుఅస్త్ర కంట్రోలు విషయమును పరిశీలించుటకు ఒక సంఘాన్ని ఏర్పాటుచేశారు. దీనికి యుద్ధ కార్యదర్శి స్టిమ్‌సన్ అధ్యక్షుడు. జేమ్స్ F. బైరెన్స్, రాల్ఫ్ A. బార్డ్, విలియం L. క్లేటన్, వానెవర్ బుష్, జేమ్స్ B. కానెంట్ యీ సంఘంలో సభ్యులు. A. H. కామ్‌టన్, E. ఫెర్మి, E. O. లారెన్స్, J. R. అప్పెన్ హైమర్ సలహాదారులు.

1945 జూన్ 1వ తేదీనాడు యీసంఘం తన నివేదిక సమర్పించింది. యీ నివేదిక ప్రకారం – "మొదటి పరమాణు బాంబులను సాధ్యమైనంత త్వరలో జపాన్‌మీద ప్రయోగించాలి. సైనిక స్థావరాలమీద, యుద్ధ కర్మాగారాలమీద వీటిని వెయ్యాలి. అణ్వస్త్ర ప్రభావమును గురించి జపానీయులకు ముందుగా తెలియజేయరాదు." (బార్డ్ పండితుడు యీ చివరి సూచనకు అంగీకరించలేదు). ఈ సూచనల ఫలితంగా 1945 ఆగష్టులో హిరోషిమా నాగాసకీ పట్టణాలు బలి అయినవి.

జపాన్‌మీద రెండు పరమాణు బాంబులను ప్రయోగించిన ఒకనెల అనంతరం – 1945 సెప్టెంబర్ 11వ తేదీన పరమాణుశక్తి భవిష్యత్ విధానమును గురించి నేరుగా సోవి

యట్ యూనియన్‌తో సంప్రతింపులు ప్రారంభించవలసినదిగా యుద్ధ కార్యదర్శి స్టిమ్‌సన్ ప్రెసిడెంట్‌కి సలహాయిచ్చాడు. సోవియట్ యూనియన్, అమెరికాలు పరస్పరం సహకరించు కోవాలి. ఇరుపక్షాల మధ్యా ఏవిధమైన గోప్యమూ వుండ కూడదు. ఈ విషయంలో వారు భాగస్వాములు కావాలి. లేని పక్షంలో రష్యా పరమాణు అస్త్రనిర్మాణ విషయాలలో పరుగులు తీయటం తథ్యం - అంటూ ఆయన యీ విధంగా విశదీకరించాడు.

రష్యాతో మనం సంబంధబాంధవ్యాలు ఏరూపు దాల్చేదీ యీపరమాణుబాంబుసమస్యతో ముడిపడివున్నాయి. మానవజాతి పురోభివృద్ధికీ నాగరిక ప్రపంచశాంతి సంక్షేమము లకూ పరస్పర బాంధవ్యమే ఆధారభూతమౌతుంది. కాబట్టి దానికి ప్రయత్నించవలసి వుంటుంది.

1945 లో అమెరికన్ రాజ్యాంగనాయకులకు యీవిష యంలో చీమకుట్టినట్టు అయినాలేదు. పరిపాలనా బాధ్యతలు నిర్వహిస్తున్నవారుకూడా తమ అభిప్రాయములను వ్యక్తపరచ లేదు. అక్టోబరు 3 వ తేదీన ప్రెసిడెంట్ ట్రూమన్ మానవ జాతి మనుగడ, నాగరికతా పరమాణు అస్త్రములను నిషేధిం చడంమీదా, ఆశక్తిని శాంతి కాలప్రయోజనములకు వినియో గించుకోవడంమీదా ఆధారపడి వున్నదని తెలియజేస్తూ, ప్రథ మంగా బ్రిటన్ కెనడాలతోను ఆతర్వాత మిగతా దేశాల తోను చర్చలుప్రారంభించాడు. అక్టోబరు 27 వ తేదీన, మానవజాతి అంతటి తరఫునా అమెరికా, పరమాణుబాంబును ఒక సంఘం చేతుల్లో పెట్టబోతున్నట్లు ప్రకటించాడు.

1945 నవంబరు 15 వ తేదీన అమెరికా తరఫున ప్రెసిడెంటు ట్రూమన్ గ్రేట్‌బ్రిటన్ తరఫున ప్రధాని అట్లీ, కెనడా తరఫున రాజు అంతర్జాతీయంగా పరమాణుశక్తిని కంట్రోలు చేయడమే తమ అభిమతమని ప్రకటించారు. కార్యదర్శి స్టిమ్సన్స్ సూచించినట్లు సోవియట్ యూనియన్‌తో యీ విషయమై సంప్రదింపులు జరుపుటకు మారుగా, నూతనముగా నెలకొన్న ఐక్యరాజ్యసమితి ఒడిలో ఈసమస్యను పారవేశారు. డిసెంబరు 16 న అమెరికా గ్రేట్‌బ్రిటన్‌ల విదేశాంగ మంత్రులు బైర్‌నెస్, బెవిన్‌లు సోవియట్ విదేశాంగమంత్రి మాల్‌టావ్‌ను మాస్కోలో కలుసుకున్నారు. శాంతికాల ప్రయోజనములకు పరిమితంచేస్తూ అణుశక్తిని కంట్రోలునందు వుంచుటకుగాను ఏర్పాటుచేయబోయే సంఘనిర్మాణ కార్య కలాపములకు తోడ్పడతానని రష్యా ఒప్పుకున్నది.

1946 జనేవరి 3 వ తేదీన ఈ ప్రతిపాదన U. N. సాధారణసమితిచే ఏకగ్రీవంగా ఆమోదింపబడింది. నూతన సంఘానికి ప్రతినిధులను ఎన్నుకొనడానికి ఆ యా దేశాలు కొన్ని నెలలు జాప్యం చేశాయి. ఈ సంఘంలో 12 మంది సభ్యులువుంటారు. కెనడాలోగూడా అయిదు అగ్రరాజ్యాలూ తమ ప్రతినిధులనుపంపడానికి కొన్ని నెలలు ఆలస్యం చేశాయి. ఈ ప్రతినిధుల నియామకం జరిగినతోటే, ఒక్క అమెరికన్ ప్రతినిధి బెర్నార్డ్ బరూచాను మినహాయించి మిగతావారం దరూ భద్రతా సమితి సభ్యులేననీ, పేరుకి మరో బల్లచుట్టూ చేరుతున్నారనీ వెల్లడి అయిపోయింది.

పరమాణుశక్తి కంట్రోలుకు సంబంధించిన విషయము లను, ఏ విధమైన రాజకీయ పక్షపాతములూ లేని నిపుణులకు అప్పగించడానికి బదులు, ఆయా దేశాలు, తమ రాజకీయ ప్రతినిధులకు హస్తగతంచేయడంవల్ల, యీ విషయంలో తీరని ప్రతిష్టంభనకు కారణమైనదని మనం సులభంగా గ్రహించ వచ్చును.

1946 జూన్ '4 న U. N. పరమాణుశక్తి విచారణా సంఘం మొదటిసారి సమావేశమైనది. ఈ లోపున అమెరికా సూచనలనుపరిశీలించి U. N. కమీషన్‌కి సమర్పించడానికిగాను ఒక కమిటీని ఏర్పాటుచేశారు. దీనిలో డీన్ అచిసన్, వానెవర్ బుష్, జేమ్సు B. కొానెంట్, లెస్లీ R. గ్రోవ్స్, J. J. మెక్లాయ్ సభ్యులు, సలహాలు యివ్వడానికి తత్వవేత్తలతోనూ వాణిజ్య నిపుణలతోనూ మరొకసంఘం ఏర్పాటు అయినది. ఈ సంఘ ములో J. R. అప్పెన్ హైమర్, చార్లెస్ R. థామస్ ఛెస్టర్, బెర్నార్డ్, హారీ A. విన్నే సభ్యులు. వీరు ఒక డాక్యుమెంట్‌ను రూపొందించారు. ఆ తర్వాత యీ డాక్యుమెంటే 'అచిసన్-విలియెన్ థల్ రిపోర్టు' గా ప్రచారంలోకి వచ్చింది. ఈ రిపో ర్టులో విప్లవాత్మకమైన సూచన ఒకటి చేయబడింది. "అంత ర్జాతీయంగా పరమాణుశక్తిని కంట్రోలు చెయ్యవలెనంటే పోలీస్‌పద్ధతి అజమాయిషీ పనికిరాదు. శాంతికాల ప్రయోజన ముల నిమిత్తం పరమాణుశక్తి అభివృద్ధి కార్యకలాపం రూపొందు నట్లుగా కృషిజరగాలి." అని రిపోర్టు సారాంశం. "ఆయా దేశాలలో పరమాణుశక్తి కర్మాగారాలు, విచ్ఛేదనా పదార్థాలతో అణుఅస్త్రాలను చేస్తున్నారో లేదో తెలుసుకోవ

డానికి U N ఇన్‌స్పెక్టర్లు పరిశీలనలు చేయుటకన్నా, అంత ర్జాతీయ ప్రాతినిధ్యం కలిగిన ఒక సంఘాన్ని ఏర్పాటుచేసి, ప్రపంచంలో ఉత్పత్తి అయ్యే విచ్ఛేదనా పదార్థమునంతా ఆ సంఘంయొక్క కంట్రోలునందు వుంచాలి. అంతేగాకుండా ఆయా దేశాలలో శాంతికాల ప్రయోజనములకు వినా మిగతా అణుశక్తి అభివృద్ధి కార్యక్రమాలను నిషేధించాలి." అని యీ రిపోర్టు సూచించినది.

U N పరమాణుశక్తి విచారణాసంఘ (U N A E C) సమావేశమునకు బరూచ్ నాయకత్వమున వెళ్ళిన అమెరికన్ నాయకబారవర్గము, అచిసన్ - విలియెన్‌థాల్ రిపోర్టు మూల సూత్రాలు అన్నింటికీ తన ఆమోదాన్ని తెలిపింది. "కంట్రోలు ఒప్పందానికి విరుద్ధంగా ఎవరన్నా ప్రవర్తిస్తే, అగ్రరాజ్య వీటోహక్కుతో సంబంధంలేకుండా U N వెంటనే చర్య తీసుకోవాలి" అనే సూత్రాన్ని ఒకదానిని వీరు అధికంగా చేర్చారు.

1946 జూన్ 16వ తేదీన జరిగిన U N A E C ప్రారంభసమావేశంలో ఈ సూచనలకు బరూచ్ ప్రతిపాదిస్తూ "చావుబ్రతుకుల సమస్యను తేల్చడానికి మనం యిక్కడ సమావేశమై ఉన్నాము" అని హెచ్చరించాడు.

అమెరికన్ ప్రదిపాదనకు జవాబుగా సోవియట్ ప్రతినిధి వర్గం, యీ సూచనలు "సంపూర్తిగా గాని కొంతగాని" తమకు సమ్మతంకావని తెలియజేశారు. అమెరికన్ ప్రతిపాదనకు బదులుగా - పరమాణుబాంబుల ఉత్పత్తినీ ఉపయోగాన్ని సంపూర్తిగా నిషేధించాలనీ, తయారై ఉన్న బాంబులను

90 రోజులలోగా నాశనం చేసివెయ్యాలనీ, యీ ఒప్పందానికి విరుద్ధంగా జరిగితే అది అంతర్జాతీయ నేరంగా పరిగణించాలనీ, రష్యన్ ప్రతినిధివర్గం సూచించినది. ఈ ఒప్పందం అమలుపరచే విధానాలను గురించి భవిష్యత్ సంప్రదింపులలో జాగ్రత్తతీసుకోవాలి. ఒప్పందానికి విరుద్ధంగా ప్రవర్తించేవారి ఎడల చర్యతీసుకునే అధికారం భద్రతాసమితికి ఉండాలి. అగ్రరాజ్యాల వీటోహక్కుకు లోబడేచర్య జరగాలి – అని గూడా వీరు సూచించారు.

ప్రయత్నం విఫలమౌతుందేమోనని అందరూ ఆందోళనచెందుతున్న సమయంలో Un.కమిటీ యీ విషయాన్ని కొంతమంది సాంకేతిక నిపుణులముందు వుంచింది. వీరిలో యిద్దరు రష్యన్ నిపుణులుగూడా వున్నారు. పరమాణుశక్తిని కంట్రోలు చేయడానికి సాంకేతికమైన చర్యలు ఏవి తీసుకోవలసిందీ సూచిస్తూ ఏకగ్రీవాభిప్రాయంతో యీ నిపుణులు తమ నివేదికను అందజేశారు. ఈ విషయంలో ఏకగ్రీవాభిప్రాయంతో రూపొందిన ఆఖరి డాక్యుమెంట్ యిదే. 1946 డిసెంబర్ 31న 'అమెరికన్ పధకం' నిపుణుల నివేదికల సారాంశంతో తయారుచేసిన U N A E C మొదటి నివేదికను–బరూచ్, U N సాధారణ సమితిలో ప్రతిపాదించాడు. 10–0 ఓట్లతో ప్రతిపాదన నెగ్గింది. సోవియట్‌యూనియన్ పోలెండ్ దేశాలు ప్రతినిధులు గైరుహాజరయ్యారు.

1947 ఫిబ్రవరి 18వ తేదీన సోవియట్ ప్రతినిధివర్గం యీ నివేదికకు కొన్ని సవరణలు ప్రతిపాదించడం జరిగింది. దీనితో పరిస్థితి చక్కబడుతున్నట్లు కొంత ఆశకలిగింది. అమెరి

కన్ పథకం అంతాగాని కొంతగా సమ్మతంకాదన్న రష్యాయే యిప్పుడు కొన్ని సవరణలు ప్రతిపాదించటంవల్ల, సంప్రదింపు లకు కొంత అవకాశం చిక్కినట్లుగా కనిపించినది.

అయితే కొన్ని వారాలలోనే యీ ఆశ నిరాశ అయింది. సాంకేతిక నిపుణులు ఏ విధానము (Managerial Control) ద్వారా పరమాణు అస్త్రములను కంట్రోల్ చేయ వలెనని సూచించారో ఆ సిద్ధాంతాన్ని సోవియట్ ప్రతినిధి 1946 మార్చి 6 వ తేదీన ఖండించాడు. ఇతర దేశాలలోనూ ముఖ్యంగా సోవియట్ యూనియన్‌లోనూ పారిశ్రామికంగా పరమాణుశక్తి అభివృద్ధి చెందకుండా ఆటంకపరచడానికే అమెరికా యీ కుతంత్రం పన్నుతున్నదని అతడు అన్నాడు.

దీనితో, ఐక్యరాజ్యసమితిలో పరమాణుశక్తి నియం త్రణము విషయమై ప్రతినిధుల అందరిమధ్యా జరిగిన చర్చ లన్నీ విఫలములైనాయి. ఈ పద్ధతి యిక లాభం లేదనుకొని అధికసంఖ్యాకులు అమెరికన్ పథకాన్ని అమలుపర్చాలనీ, ఎప్పటికైనా సోవియట్‌యూనియన్‌గూడా యీ మార్గానికి రాకపోదనీ వారు నిశ్చయించుకున్నారు. 1947 సెప్టెంబర్ 11 వ తేదీన నూతన నివేదికను వోటింగ్‌కి పెట్టారు. 10మంది అనుకూలంగాను సోవియట్‌యూనియన్ ప్రతికూలంగాను ఓటుచేశాయి. పోలెండ్ గైరుహాజరయింది.

కమిటీ రూపొందించిన రెండవ U N A E C రిపోర్టులో– అంతర్జాతీయ పరమాణుశక్తి నియంత్రణను గురించి అనేక విషయములు విపులముగా చర్చింపబడినవి. ఈ నివేదికకూ అచెసన్ – లిలియెన్‌థల్ నివేదికకు కొంత తేడాఉన్నది.

ఏవైనా నిర్ణీతప్రాంతాలలో భారీఎత్తున విచ్ఛేదనా పదార్థాలు ప్రోగైతే, వాటిని జాతీయ ప్రభుత్వాలు తమ వశంచేసుకునే ప్రమాదం ఉన్నదని యీనివేదికలో సూచింపబడినది. ప్రమాదకరమైన అవకాశాలు (అనగా, కర్మాగారాలూ, యంత్రాగారాలూ - భారీఎత్తున పరమాణు అస్త్రములను తయారు చేయనివ్వటం) ప్రపంచ పరిస్థితులనుబట్టి, ఆర్థిక విధానాన్ని బట్టి మాత్రమే యివ్వవలసిఉంటుంది. U N సంస్థ అమోదించిన కర్మాగారములకు మాత్రమే అణుగర్భయింధనాలు (Nuclear Fuels) లభ్యమౌతాయి. నియంత్రణా నిబంధనల ననుసరించి కోటాపద్ధతి ప్రకారం ఆయా దేశములకు విచ్ఛేదనా పదార్థములు సరఫరాచేయబడతాయి. పరమాణు కర్మాగారాలను తనిఖీచేసేందుకు ప్రత్యేక సిబ్బంది ఉంటుంది.

U N మెజారిటీ నియంత్రణా పథకాన్ని గురించిన సంభాషణలతోబాటు మొదటి నివేదికకు సోవియట్ ప్రతినిధివర్గం సూచించిన సవరణ విషయంగూడా కమిటీవారు చర్చించటం కొనసాగించారు.

1947 జూన్ 11 వ తేదీన సోవియట్ యూనియన్ పూర్వసూచనలను కొన్నింటిని విస్మరించి పరమాణుశక్తి నియంత్రణను గురించి ఒక నూతన ప్రతిపాదనను ప్రవేశపెట్టినది. ఈ ప్రతిపాదనప్రకారం: U. N. పరమాణు నియంత్రణా సంఘమునొకదానిని ఏర్పాటుచేయాలి. ఆయాదేశాలు జరుపుతూఉన్న పరమాణుశక్తి కార్యకలాపాలను తణిఖీచేసే హక్కు యీ సంఘానికి ఉండాలి. పరమాణు అస్త్రముల ఉత్పత్తికి దారి తీయకుండా ప్రతిదేశాన్ని ఒకకంటితో చూస్తూ

ఉండాలి. పదార్థముల సేకరణ విషయాలోనూ, అభివృద్ధి కార్యక్రమాల్లోనూ ఏవిధమైన నిర్బంధనా ఉండకూడదు. (అనేక సందర్భాలలో సోవియట్ ప్రతినిధి విష్‌విన్స్కీ, కోటా సూత్రానికి అంగీకరించాడు. కాని ఆ తర్వాత యీ సూత్రం ఆయా దేశాల ఆర్థిక ఆధిక్యతకు ప్రతిబంధక మౌతుందనే కారణంతో త్రోసివేశాడు). సోవియట్ ప్రతిపాదనలో తనిఖీ కార్యకలాపం రెండురకాలుగా జరగాలని సూచింపబడింది. మామూలుగా నియమిత ప్రకారం జరిగే తనిఖీ ఒకరకం. నియంత్రణ నిబంధనలను ఉల్లంఘించినట్లుగా అనుమానం కలిగినప్పుడు ప్రత్యేకంగా జరిగే తనిఖీ మరొకరకం.

అంజర్జాతీయ తనిఖీదళాలు పరమాణుశక్తి కార్యకలాపాలను పరిశీలించడానికి అన్ని దేశాలలోనూ ప్రవేశించడానికి హక్కు కలిగి ఉండాలనీ సోవియట్ ప్రతిపాదన సూచించినది. ప్రత్యేక పరిశీలనా ఆదేశాలతో కూడా కలుపుకుని U N నియంత్రణాసంఘంయొక్క నిర్ణయాలు అధికసంఖ్యాబల ఆమోదంతో జరగాలి. ఇక, ఒప్పందానికి విరుద్ధంగా ప్రవర్తించేవారి ఎడల తీసుకోవలసిన చర్యల విషయంలో వీటో హక్కుకలిగి ఉన్న భద్రతాసమితి మాత్రమే నిర్ణయాలు చేయవలసిఉన్నదని సోవియట్ యూనియన్ పట్టుపట్టింది.

1946 - 47 U N మెజారిటీ మేనేజ్‌మెంట్ ప్లాన్, 1947 - 48 సోవియట్ ఇన్‌స్పెక్షన్ ప్లానుల తర్వాత అంతర్జాతీయ పరమాణుశక్తి నియంత్రణా కార్యకలాపములలో ఏవిధమైన అభివృద్ధి కనుపించలేదు. భద్రతా సమితి మూడవ నివేదికలో (1948 మే 17) U N పరమాణుశక్తి విచారణా

సంఘము తన కార్యకలాపములనుంచి వైదొలగటం మంచిదని సలహా యివ్వబడింది. 1948 నవంబర్ 4 న, U N అసెంబ్లీ విచారణా సంఘాన్ని తన కార్యకలాపములు కొనసాగించవలసిందని తీర్మానించింది. కాని 1949 జులై 25 నాటికి తిరిగి ప్రతిష్ఠంభన ఏర్పడింది. ఈ సమయంలోనే సోవియట్ యూనియన్‌లో ప్రథమ పరమాణుబాంబు పరీక్షజరిగినది.

మిగతా మామూలు అస్త్రములనుంచి (Conventional Weapons) వేరుచేసి, పరమాణు అస్త్రములను గురించి ప్రత్యేకంగా చర్చలు కొనసాగించవలెనని అమెరికా చాలాకాలం వరకూ పట్టుపట్టింది. అచెసన్ - లిలియన్‌థెల్ నివేదికలో సూచింపబడిన అంతర్జాతీయ అభివృద్ధి కృషికి వీలుగా యీ సమస్య నూతన రూపం తొడుగుతుందనీ, తద్వారా యితర రంగాలలో ఒప్పందానికి మార్గం ఏర్పడవచ్చుననీ అమెరికా ఆశించింది. సోవియట్ యూనియన్, నిరాయుధీకరణ సమస్యకు సంబంధించిన అన్ని చర్చలలోనూ పరమాణు అస్త్రాలను జేర్చితీరాలని మొట్టమొదలనుంచీ పట్టుబట్టింది. అమెరికా యితర పశ్చిమ రాజ్యాలూ, పరమాణు అస్త్రాల సమస్యా పరిష్కారం చర్చలు వైఫల్యం చెందినట్లు తోచగానే, U N పరమాణుశక్తి విచారణా సంఘమూ U N సంప్రదాయ ఆయుధ విచారణ సంఘమూ రెండూ సమ్మేళనం కావాలని సూచించినవి. ఈ సమ్మేళనకు సోవియెట్ యూనియన్ ప్రతిఘటించినది; కాని లాభం లేకపోయింది. ఈవిధంగా రెండు సంఘాలనూ సంఘటిత పర్చటంవల్ల చివరకు ఫలితం ఏమీ లేకుండాపోయింది.

అమెరికా సోవియట్ యూనియన్‌లు, థర్మోన్యూక్లి యర్ అస్త్రముల నిర్మాణంలో విజయం సాధించాయి. ఈ విషయాన్ని పురస్కరించుకుని పరమాణుశక్తి చర్చల ప్రతిష్టంభనను తొలగించవలసినదిగా ఐక్యరాజ్యసమితిని హెచ్చరిస్తూ 1953 డిసెంబరు 8 వ తేదీన ప్రెసిడెంటు ఐసెన్‌హోవర్ ఉపన్యసించారు-కొంతకాలంవరకూ నియంత్రగా నిబంధనలను సడలించి ప్రతిదేశమూ కొంత విచ్ఛేదనా పదార్థమును ఉత్పత్తి చేసి ఒకకేంద్రనిధికి అప్పగింత చేసేటట్లు అవకాశం కలిగించాలి. ఈ నిధిని ఐక్యరాజ్యసమితికి సంబంధించిన ఒకసంఘం అజమాయిషీలో ఉంచాలి. పరమాణుశక్తిని స్వయంగా అభివృద్ధి చేసుకొనడానికి అవకాశంలేని దేశాలకు యీ నిధిద్వారా సహాయం లభించాలి. అని ఐసెన్‌హోవర్ సూచించారు. పరమాణుశక్తిని ఆవరించియున్న చీకటిని పారద్రోలటం, ఆశక్తి ద్వారా భవిష్యత్తులో ఎంతోలాభం ఉండగలదని ప్రజలకు ఆశ కలిగించటం సాధ్యమౌతుంది అని ఆయన అన్నారు.

అమెరికన్ సోవియట్‌యూనియన్‌ల విదేశాంగ విధానములో పరమాణుఅస్త్ర నిరాయుధీకరణం ముఖ్యవిషయమై వున్నది. అయితే కాలం గడుస్తున్నకొద్దీ నిరాయుధీకరణ సమస్యను గురించినఆశ నెమ్మదిగా సన్నగిలిపోతుంది. ప్రపంచ రాజకీయ ఉద్రిక్త వాతావరణం నియంత్రణా విధానమును అసాధ్యం చేస్తోంది.

1954 నాటికి అమెరికాలో పరమాణు అస్త్రముల భారీయెత్తు ఉత్పత్తికి విస్తృతమైన కార్యక్రమం ఏర్పాటు చేయబడింది. పరమాణు నిరాయుధీకరణకు జరిగే ఏ ప్రయ

త్నమైనా యీ కార్యక్రమ కృషిని త్రోసిరాజనగలగాలి. ఇంకా అనేక దేశాలలో తయారైన పరమాణు అస్త్రాలు భారీ ఎత్తున నిలవచేయబడుతున్నాయి. దీనివల్ల నిరాయుధీకరణ సమస్య మరింత క్లిష్టమౌతున్నది. అంతేగాకుండా రహస్యంగా నిలవచేసివుంటే పరమాణు అస్త్రాలను సులభంగా కనిపెట్టే సాధనంకూడా ఏమీలేదు. కాబట్టి సాంకేతిక దృష్ట్యా ఆలోచించిచూస్తే నిరాయుధీకరణ సమస్యను పరిష్కారం చేయటం సాధ్యంకాదని తోస్తుంది.

పోతే, అవినాభావమైన సౌహార్దంతోనూ పరస్పర విశ్వాసంతోనూ ఒప్పందం కుదిరితేతప్ప పరమాణు నిరాయుధీకరణ సాధ్యంకాదు. దీనికి మొదటిమెట్టుగా అగ్రరాజ్యాలను అలుముకొనివున్న రాజకీయ వైషమ్యాలు తొలగిపోవాలి. అప్పుడే ఆ యా రాజ్యాలమధ్య సౌహార్దత విశ్వాసము కలుగుతాయి. పరమాణు అస్త్రప్రయోగము వినాశహేతువనే విషయంకూడా వారి సౌమనస్యానికి దోహదం చేయవచ్చును. ఈ విధంగా ప్రశాంతమైన వాతావరణం ఏర్పడినప్పుడే పరమాణుఅస్త్ర నిరాయుధీకరణ విషయంలోజరిగే ప్రయత్నాలు ఫలప్రదమౌతాయి.

———

XII

పరమాణు శక్తి వినియోగము

విచ్ఛేదనా పదార్థములు తమయొక్క తీవ్రమైన కేంద్రీకరణశక్తివల్ల, మామూలు రసాయన ప్రేలుడు పదార్థములకూ ఇంధనములకూ దూరంగా నిలిచాయి.

యుద్ధములో ప్రాణ సంపదల వినాశనమునకు మారుగా విచ్ఛేదనా పదార్థములయొక్క శక్తిని, మానవకల్యాణమునకు ఉపయోగించే విధానములను, భవిష్యత్తులో మానవుడు కనుగొనవచ్చును. రసాయన ఇంధనములతోనూ, జలపాతాలతోనూ సూర్యకాంతితోనూ సాధించగలిగిన స్వల్పకార్యముల కొరకు, విచ్ఛేదనా పదార్థముల శక్తిని ఉపయోగించటం వ్యర్థమనీ, అటువంటి పదార్థములను యితర లాభదాయక కార్యములకు వినియోగించుకోవచ్చుననీ, ఆస్ట్రియన్ తత్వవేత్త హాన్స్‌థిర్రింగ్ లాంటివారు సూచించిఉన్నారు. కర్మాగారాలలోని చక్రాలు త్రిప్పటంకోసం, ఖనిజములను శుద్ధిపరచటం కోసం పరమాణుశక్తిని వినియోగించటం ఎంతో నష్టదాయకమని వారివాదం. ఇలాంటి స్వల్ప విషయములకోసం లభ్యమయిన యురేనియమునంతా యిప్పుడే ఖర్చుపెట్టివేస్తే–

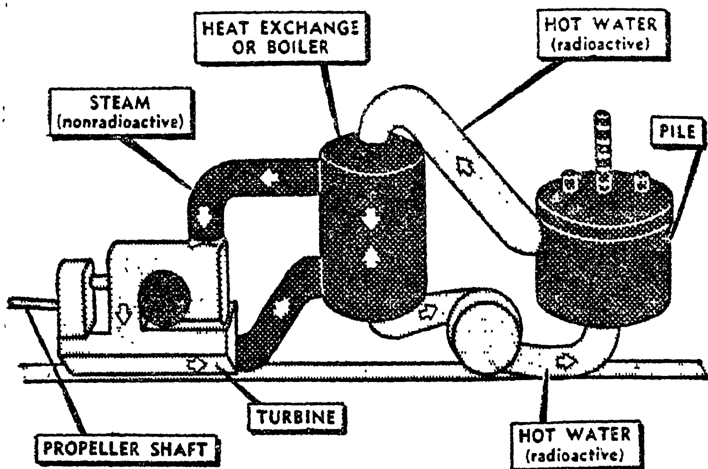
ముందుతరాలవారికి ఒక్క నలుసు యురేనియంగూడా లభ్యం కాకపోవచ్చును.

పరమాణు ఇంధనము (fuel) తో కొన్ని ఉపయోగము లను సాధించడానికి ఆలోచనలు జరుగుతున్నాయి. పరమాణు శక్తితో జలాంతర్గాములను నడపవలెనని, అందుకు ప్రయత్నాలు ప్రారంభించారు.

పరమాణు జలాంతర్గామిని మందగతి న్యూట్రానుల సహాయంతో నడుపుటకు వీలుగా యంత్రములను నిర్మించటం పూర్తిఅయింది. మధ్యరకం వేగము గల న్యూట్రానులను ఉపయోగించడానికి యంత్ర నిర్మాణ కార్యక్రమం ప్రారంభించారు. ఈ యంత్రాలను 'నాటిలస్' 'సేఉల్ఫ్' అనే జలాంతర్గాములయందు అమరుస్తారు. కొద్దిసంవత్సరాలలో పరమాణు శక్తివలన ప్రయాణించే అనేక దేశాల జలాంతర్గాములు సముద్రాలలో ప్రయాణించే అవకాశం ఉన్నది. అణుగర్భ ఇంధనములు (Nuclear fuels) చిరకాలం మన్నుతవి. ప్రాణవాయువు ఆవశ్యకత లేదు. పరమాణుశక్తి జలాంతర్గాములకు ఇంధనమును తరచు నింపవలసిన పనిలేదు. సముద్ర ఉపరిభాగమునకు రావలసిన పనిలేకుండా లోపలనే నిరాఘాటంగా ప్రపంచం చుట్టూ పర్యటిస్తూ ఉండవచ్చును. ఈ జలాంతర్గాములలో పనిచేసేవారు తమ శ్రమను పోగొట్టుకొనడానికి పైకి వస్తే ఎప్పుడన్నా రావచ్చును. రెండవ ప్రపంచ సంగ్రామములో సముద్రములయందు తిరుగాడిన U-బోటులకన్నా యీ పరమాణు జలాంతర్గాములవల్లనే నౌకలకు విపరీత ప్రమాదభయమున్నది. పరమాణు అస్త్రములను విసిరివేయుటకు జలాంత

గ్రామములయందు తగినసాధములు ఉండుటవల్ల తీరనగరాలకు తీరనినష్టం వాటిల్లే ప్రమాదం ఉన్నది.

పారిశ్రామిక రంగంలోకూడా పరమాణుశక్తి వినియోగమునకు ప్రయత్నములు జరుగుచున్నవి. ఉత్పత్తి అయ్యే అత్యధిక ఉష్ణమును చెదరగొట్టు సాధనములు అవసరం అవటం కొంత ప్రతిబంధకముగాఉన్నది.



22 వ పటము

అమెరికాలో రసాయన ఇంధనములు విస్తారంగా లభ్యమవుతూఉన్నాయి. దీనికోసం ప్రత్యేకంగా పరమాణుశక్తిని ఉపయోగించుకోవలసిన అవసరం ఏమీలేదు. కాకపోతే అన్ని రంగాలలోనూ అభివృద్ధిని సాధించాలనే కుతూహలమే యిందుకు పురిగొల్పుతున్నది. ఈ విషయంలో మిగతా దేశాలకు

సోవియట్ యూనియన్ నాయకత్వం వహించడంగాని, సోవియట్ ఆధిపత్యంక్రింద ఆ దేశాలలో పరమాణుశక్తి అభివృద్ధి కార్యకలాపాలు కొనసాగటంగాని అమెరికాకు యిష్టం ఉన్నట్లుతోచదు.

ఇటీవలనే యురేనియం విస్తారంగా దొరికే కొన్ని ప్రాంతాలు కనుగొనబడినవి. కెనడాలోను ఆస్ట్రేలియాలోను కొన్ని ప్రాంతాలలో యురేనియం ఖనిజం విస్తారంగా లభించగలవని తెలిసింది. అంతేగాకుండా కొలరేడో పీటభూమిలో ముడి పదార్థంగా యురేనియం దొరుకుతుందని కనిపెట్టబడింది. కొన్ని భాస్వర కొండరాళ్ళలో యురేనియంగూడా స్వల్పమోతాదులో దొరుకుతుందని తేలింది. 1953 లో పరమాణు విచారణా సంఘం సేకరించిన లెక్కలవల్ల ప్రపంచంలో నిత్యం వాడుకునే ఇంధనములకన్నా యూభైరెట్లు అధికంగా విచ్ఛేదనా పదార్థముల యింధనశక్తి యీపదార్థములవల్ల లభ్యమౌతుందని తేలింది. పరమాణుశక్తి విచారణా సంఘం తరఫున పాల్‌మర్‌పుట్‌నీమ్ సేకరించిన లెక్కలలో, యురేనియం ద్రవ్యములు - యురేనియం - 238, యురేనియం - 235, థోరియం అన్నీ చేరిఉన్నాయి.

శక్తిసాధనా యంత్రములను గురించి కొన్నివిషయాలు తెలుసుకుందాము. గ్రాఫైట్ స్థూనికనే నేడు రియాక్టరీ అని పిలుస్తున్నారు. ఈ రియాక్టరీను శక్తి నుత్పత్తిచేయు సాధనగా ఉపయోగించుటకు ప్రయత్నాలు జరిగినవి. దాంట్లో వాటి ఉత్పత్తి అయ్యే ఉష్ణమును విద్యుచ్ఛక్తిగా మార్చుటకు ప్రయత్నాలు చురుకుగా సాగుతూ వున్నాయి.

రియాక్టర్ అంతర్ భాగములో విపరీతమైన ఉష్ణము వుత్పత్తి అవుతూంది. లోపలి మధ్యభాగము అంతా గ్రాఫైట్ యిటుకలతో నింపబడి వుంటుంది. ఈ యిటుకల మధ్య ఖాళీ స్థలములయందు అల్యూమినియం గొట్టములు తొడగబడిన యురేనియం కడ్డీలు వుంటాయి. ఉష్ణోగ్రతను అదుపు ఆజ్ఞలలో వుంచుటకు, కేడ్మియము కడ్డీలుకూడా ఏర్పాటు చేయబడి ఉంటాయి. లోపలికి చల్లటి గాలిని ప్రసరింపచేస్తారు. వేడి ఎక్కిన గాలి బాయిలర్‌లోకి పోతుంది. బాయిలర్‌లోని నీరు వేడెక్కి ఆవిరిగా మారుతుంది, ఈ ఆవిరికి ఒత్తిడిచేసి టర్‌బైన్‌లోకి పంపిస్తారు. టర్‌బైన్, జనరేటర్‌ను త్రిప్పటంతో విద్యుచ్ఛక్తి వుత్పత్తి అవుతుంది. ఆవిరికి బదులు హీలియమును వాడటం యింకా శ్రేష్టతరం.

రియాక్టర్ల లోనుండి రేడియోధార్మికశక్తి విపరీతముగా విడుదల అవుతుంది. దానివలన ప్రమాదము లేకుండుటకు రియాక్టరుకు అన్నివైపులా దట్టమైన కాంక్రీట్ గోడలు కట్టాలి.

ఈ రియాక్టర్లలో అనేకరకములు తయారవుతున్నాయి. వీటిని న్యూక్లియర్ రియాక్టర్లని అంటున్నారు.

వీటిలో బ్రీడర్ రియాక్టర్ అనేది ఒకటి. మామూలుగా లభ్యమయ్యే యురేనియములో 140 పాళ్ళలో 1 పాలు మాత్రమే తేలిక యురేనియం వుంటుంది. ఈ తేలిక యురేనియం అణుగర్భవిచ్ఛేదనమువల్లనే రియాక్టర్‌లో శక్తి ఉత్పత్తి అవుతుంది. మరి మిగతా యురేనియమును వుపయోగించుకొని లాభం పొందుట ఎట్లాగ? వేగగతి న్యూట్రానులను ఉపయోగించి యీ యురేనియమును ప్లుటోనియము తేలిక యురేని

యముల క్రింద మార్చివేస్తే, రియాక్టర్ యింకా శ్రేష్ఠంగా పనిచేసి అధికశక్తి నిస్తుందని శాస్త్రజ్ఞులు కనిపెట్టారు. తేలిక యురేనియం ఒక ప్రక్కన విచ్ఛేదన మవుతూవుంటే మరో వంక ప్లుటోనియం, తేలిక యురేనియం ఉత్పత్తి అవుతూ ఉంటాయి. అందువల్ల దీనికి బ్రీడర్ రియాక్టర్ అని సార్థక నామధేయం ఏర్పడింది.

అమెరికా పరమాణుశక్తి విచారణ సంఘంవారు, పరమాణుశక్తి ఉత్పత్తి విషయములో పారిశ్రామిక వేత్తలు తాము ఎంతవరకూ పాల్గొనేందుకు అవకాశం ఉంటుందో పరిశీలించవలసిందిగా కోరారు. దీనికి వెంటనే తగిన సమాధానం రాలేదు. పరమాణుశక్తినిగురించి పూర్తిసమాచారం లభించక పోవటం, యిందునిమిత్తమై తాము అధికధనాన్ని వెచ్చించ వలసి ఉండునని భయపడటం, పారిశ్రామిక వేత్తలు వెనుకాడటానికి కారణాలై ఉంటాయి. అయితే క్రమశః వారుగూడా యీ విషయంలో ఆసక్తిచూపడం ప్రారంభించారు. ప్రైవేట్ పారిశ్రామికరంగంలో పరమాణుశక్తి వినియోగమును గురించి వీరు కొన్ని పథకాలు రూపొందించారు. ఈ పథకాలు రెండు రకాలు: మొదటి రకం, శక్తి ఉత్పత్తి కేంద్రాలు ఒకే లక్ష్యం గలవి. ఈకేంద్రాలకి ప్రభుత్వం యురేనియమును అమ్మాలి; లేదా అప్పుగా యివ్వాలి. పారిశ్రామిక ఉపయోగార్థం దీనితో విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పత్తి చేయాలి. ఇటువంటి ఏకలక్ష్య కర్మాగారాలు రెండింటిని నిర్మించడానికి సన్నాహాలు ప్రారంభించారు.

వీటికి మారుగా ద్విలక్షపరమాణుశక్తి ఉత్పత్తి కేంద్రా లకి పథకాలు వేశారు. ఒకే సమయంలో పరమాణుశక్తినీ విచ్ఛేదనా పదార్ధములనూ ఉత్పత్తిచేయటం వీటి నిర్మాణోద్దే శ్యము. అణుగర్భ ఇంధనములద్వారా తయారయ్యే విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తి ధర చాలా అధికంగా ఉంటుంది. కాబట్టి విద్యుత్తుతో బాటు ఉత్పత్తిఅయ్యే విచ్ఛేదనా పదార్థాలను తిరిగి పరమాణు విచారణా సంఘమునకు అమ్మివేయటంవల్ల విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తి ధర చాలా తగ్గుతుంది.

మొదటిరకం కర్మాగారముల విషయంలో ఎవరికీ ఏవిధ మైన సందేహాలకూ తావుండకపోవచ్చును. కాని రెండవరకం "ద్విలక్ష్య' కర్మాగారముల విషయంలో అనేక ప్రశ్నలు, సందేహాలు తలెత్తినవి. దీనిలో ఉన్న భద్రతాసమస్యల మాట అటుఉంచి విచ్ఛేదనా ద్రవ్యములను ఉత్పత్తిచేసే విషయంలో ప్రైవేటు పారిశ్రామికులకు అవకాశం యివ్వడంవల్ల అనేక అనర్థాలు సంభవించవచ్చుననే అనుమానం ఉన్నది. అందువల్ల పరమాణుశక్తి విచారణాసంఘం యీ రెండవరకం 'ద్విలక్ష్య' విధానపథకాన్ని నిరాకరించింది. 'ఏకలక్ష్య' విధాన కర్మాగారా లను నిర్మించడానికిగూడా ఎవరూ ముందుకు రాలేదు. అందు వల్ల కొన్ని ప్రైవేటు కంపెనీలు 'ఏకలక్ష్య' కర్మాగారాలు నిర్మించడానికి విచారణాసంఘమే పెట్టుబడిపెట్టవలసివచ్చింది.

పరమాణుశక్తి క్షేత్రాన్ని అమెరికా యిప్పట్లో వదులు కునే అవకాశం ఏమాత్రంలేదు. ప్రయోగపరిశీలనలకు, నిర్మాణ కార్యకలాపాలకూ ఏంతో ధనం వెచ్చించవలసివస్తోంది.

బ్రిటన్‌లో బొగ్గుసరఫరా అంతకంతకు తగ్గిపోతున్నందువల్ల ధర విపరీతంగా పెరిగిపోతోంది. ఇండియాలో ఖనిజ ఇంధనాల కొరతవల్ల భారీఎత్తున పారిశ్రామిక పురోభివృద్ధిని సాధించడానికి అవకాశం లేకుండావున్నది. ఈ కారణాలవల్ల బ్రిటన్ ఇండియాలలాంటి దేశాలలో పరమాణుశక్తి అభివృద్ధి కార్యకలాపాలు తీవ్రతరం కావచ్చునని ఆశించవచ్చును.

ప్రైవేటు అణుశక్తి పారిశ్రామికరంగాన్ని ప్రభుత్వ సహాయంతో అభివృద్ధి పరచడానికి సన్నాహాలు చేస్తున్నట్లు బ్రిటన్ 1953 లో ప్రకటించింది.

ఇండియాలో థోరియంతో కూడిన మోనజైట్ అనే ఖనిజం విస్తారంగా లభ్యమాతూండబట్టి, త్వరలోనే పరమాణు శక్తి రంగంలో అభివృద్ధిని సాధించగలదని ఆశించవచ్చును.

అణుగర్భమునుండి విడుదలఅయ్యే శక్తికీ, ఉష్ణమునుండి రూపొందే యాంత్రిక, విద్యుచ్ఛక్తులకీ మూలసూత్రాలలో తేడా ఏమీలేదు. అయితే అనుభవంలో అనేక సమస్యలు తల ఎత్తుతవి. కండెన్సర్‌కి బాయిలర్‌కి మధ్య ఉష్ణోగ్రతలో ఎంత తేడాఉంటే ఉష్ణయంత్రంయొక్క సామర్థ్యత అంత అధిక మాతుంది. దీనికోసం అత్యధిక ఉష్ణోగ్రతా నిరోధకపదార్థాలు అవసరమాతాయి. అణుగర్భయంత్రాలకి దీనికితోడు మరొక లక్షణంకూడా అత్యధికంగా కావాలి. ఆ పదార్థాలకి అనుకూల అణుగర్భ ధర్మాలుఉండాలి. ఉదాహరణకి: న్యూట్రానులను యివి లాగివెయ్యకుండా ఉండాలి. కొత్త లోహాలను, పింగాణీ పదార్థాలనూ గురించి పరిశోధనలు జరగాలి. ఈ పని

శోధనల ఫలితంగా యిప్పటికి 'జిర్కోనియం' అనే పదార్థం లభ్యమయినది.

ఇక రెండవ సమస్య: రియాక్టర్‌లో విపరీతంగా రేడియో ధార్మికత ఉద్భవిస్తుంది. ఈ తేజఃప్రసారమును నిరోధించగల నిర్మాణ పదార్థం కావలసిఉన్నది. ప్లుటోనియమును ఉత్పత్తి చేయు స్థూణికలయందు, మితకారిగా ఉపయోగించే గ్రాఫైట్ అత్యధిక ఉద్యోతనము (Irradiation) వల్ల, తన రూపాన్ని, పరిమాణాన్ని కోల్పోయే ప్రమాదం ఉన్నది.

మూడవ సమస్య: తేజఃప్రసారము (Radiation) నుంచి ప్రజలకు రక్షణ కల్పించటం ఎట్లా అనేది చాలా ముఖ్యం. అనుక్రమ విక్రియ స్థూణికనుంచి విడుదలఅయ్యే తేజఃప్రసారమునుంచి రక్షణ కలిగించడానికి స్థూణిక చుట్టూ కవచం లాగా చుట్టూ దళసరి కాంక్రీట్ గోడలను నిర్మించాలి; కాని రియాక్టర్‌ను విద్యుదుత్పత్తి సాధనంగా వినియోగించుకోవాలె నంటే – ఆవిరినిగాని ద్రవమునుగాని దీనిద్వారా పంపించి, విచ్ఛేదనా ఉష్ణమును బయటకు తీసుకునివచ్చి ఆవిరియంత్రమునుగాని, టర్బైనునుగాని నడుపునట్లు చేయాలి. ఆ సందర్భంలో తేజఃప్రసారము విపరీతంగా బయటకువచ్చే ప్రమాదం ఉన్నది. కాబట్టి రియాక్టర్‌ను విద్యుదుత్పత్తిసాధనంగా ఉపయోగించడానికి చిక్కు అవుతుంది. ఈ తేజఃప్రసారమును నిరోధించడానికిగాను రియాక్టర్‌కి విద్యుత్ ఉత్పత్తి యంత్రానికి మధ్యన, మరో నిర్మాణం నెలకొల్పారు. రియాక్టర్‌నుంచి వెలువడే రేడియో ధార్మిక ద్రవము తన ఉష్ణమును మరొక

ద్రవమునకు అందచేయడంవల్ల, తేజః ప్రసారం నిరోధించబడుతుంది. (22వ చిత్రం చూడండి).

రియాక్టరులోనికి పంపించే ద్రవపదార్థానికి అత్యధిక ఉష్ణోగ్రతలోగూడా ఏ విధమైన మార్పుచెందకుండా ఉండే అణుగర్భధర్మాలు (Nuclear properties) ఉండాలి. సోడియం పొటాషియం ధాతుసమ్మేళనమును యిందుకోసం ఉపయోగిస్తున్నారు. జలాంతర్గామి యంత్రాలలోనూ, బ్రీడర్ రియాక్టర్‌లలోగూడా యీధాతు సమ్మేళనమునే ఉపయోగిస్తూ ఉన్నారు. భారీఎత్తున విద్యుదుత్పత్తిని సాధించడానికి వీలుగా అమెరికాలోనూ బ్రిటన్‌లోనూ రియాక్టర్లను నిర్మించడానికి కృషిజరుగుతూ ఉన్నది.



తుది పలుకు

పరమాణుశక్తి అభివృద్ధి కార్యకలాపముల విషయంలో మనం ఏదో మహత్తర విషయాన్ని సాధించామని తృప్తిపడి ఊరుకోవడానికి వీలులేదు. విజయమును సాధించడానికి మనం యింకా ఎంతో పురోగమించవలసి వున్నది. పరమాణు శక్తిని మానవ కల్యాణమునకు వుపయోగించుకోవలెననే ఉద్దేశ్యంతో మనం ప్రయాణానికి ప్రారంభించాము. గమ్యాన్ని చేరుకోవడానికి మనకి ఎంతో కాలం పట్టవచ్చును. పారిశ్రామికంగా భాగ్యవంతమైన ఉత్తర అమెరికా మొదలు వెనుకబడివున్న దక్షిణ అమెరికావరకూ – ఆర్థికవ్యవస్థలో మార్పు కలుగునటుల పరమాణుశక్తిని వినియోగపరుచుటకు చాలా సంవత్సరములు పట్టవచ్చును. ఇప్పుడు తెలిసిన విషయములకు తోడుగా యింకా అనేక నూతన విషయములు కనుగొనబడవచ్చును. ఈ నూతన విషయములవల్ల పారిశ్రామిక రంగానికి ఎంతో మేలు చేకూరుతుంది. త్వరలోనే థర్మోన్యూక్లియర్ విక్రియల ద్వారా లభ్యమయ్యే శక్తినిగూడా మానవ కల్యాణమునకు ఉపయోగించే అవకాశములు లభ్యం కావచ్చును.

ఈ కారణాలవల్ల భవిష్యత్తులో పారిశ్రామికంగా అన్ని దేశాలూ ఎంతో అభివృద్ధిని సాధించగలవని మనం ఆశించవచ్చును. కాని, వివిధమార్గాలలో – ఆ తెలియని

పరమాణుశక్తి ప్రపంచంలోనికి మనం పురోగమిస్తూ ఉంటే, ఒక బ్రహ్మాండమైన ఛాయ మనను అనుసరించి దారి పొడుగునా ఆటంకాలు కల్పిస్తుందనే భయంకూడా లేకపోలేదు. పరమాణు, థర్మోన్యూక్లియర్ అస్త్రములలో యుద్ధాలు జరుగుతవేమోననే భయమే ఆ ఛాయకు కారణం. పరమాణు శక్తి కర్మాగారాలూ, నౌకలు - విమానాలు - మన భవిష్యత్ ఆశాచిహ్నాలు: కాని పరమాణు ఉపజనిబాంబులు మన పీడకలలు. భవిష్యత్తులో ఏ యుద్ధమైనా ప్రారంభమై, యీ పరమాణు అస్త్రాలను ప్రయోగించడమేగనక జరిగితే, మానవజాతి సంపాదించిన పరమాణు సాంకేతిక విజ్ఞానమే కాదు, యిప్పుడు నెలకొనిఉన్న యావత్తు పారిశ్రామిక నాగరికతకూడా వినాశనమైపోతుంది. మన పారిశ్రామిక కర్మాగారాలను పట్టణాల నుంచి తొలగించి మారుమూల ప్రాంతాలకు తరలించి, తీర ప్రాంతాలచుట్టూ. నగరాలచుట్టూ రాడార్, మిస్సైల్ తెరలను నెలకొల్పినప్పటికీ పరమాణుయుద్ధకారణంగా యుద్ధంలో పాల్గొనే అన్ని దేశాలకూ మిలియన్ల సంఖ్యలో ప్రాణనష్టం సంభవిస్తుంది. అంతేగాకుండా, రేడియోధార్మికత విసర్జన ఫలితంగా మానవజాతితోపాటు యితర ప్రాణికోటులుగూడా తీరని అరిష్టాల పాలవుతున్నాయి. ఇదివరకు అనేక యుద్ధాలు జరిగాయి. యుద్ధానికి యుద్ధానికి మధ్యకాలంలో లభ్యమయ్యే శాంతిలో మానవజాతి మనుగడ సాగించినది. కాని యికముందు - భవిష్యత్తులో, శాంతితో బ్రతకడం లేదా సర్వనాశనం కావడం తప్ప మరో మార్గంలేదు. మానవజాతిసంబంధ బాంధవ్యముల విషయంలో, యిటువంటి మార్పు ప్రథమ

ప్రపంచ సంగ్రామమునకు పూర్వమున్న పరిస్థితులలో అంత సులభసాధ్యమయ్యేదికాదు. ఇప్పటివలె కాకుండా అప్పటి దేశాల రాజకీయాభిప్రాయాలూ, రాజ్యాంగ విధానములు ఒకదానిని ఒకటి పోలివుండేవి. ప్రపంచంలోని అన్ని దేశాలూ ఏకైకలక్ష్యంతో కలిసికట్టుగా పనిచెయ్యవలెననే సూత్రం అప్పటివారికి కంటకప్రాయమయ్యేది. కాని పరమాణుశక్తి ఆవిర్భావముతో యిప్పుడు అన్ని దేశాలవారూ యీ సూత్రానికి తలవంచక తప్పదు. మానవజాతి కళ్యాణమో వినాశమో యీ సూత్రంపైనే ఆధారపడివున్నందువల్ల—అన్ని దేశాలూ తమ మధ్యగల భేదాభిప్రాయములను విస్మరించుకొని ఏకలక్ష్యంతో పనిచేయవలసి ఉన్నది.

1946 లో వెలువడిన తన గ్రంథాన్ని డా॥ హేకెట్ యీ వాక్యాలతో ముగించారు.

ఒక అద్భుతమైన పరికరం లభ్యమయినది. కర్బనము నూనె నిధులు, పూర్తిగా తరిగిపోయినప్పటికీ యీ సాధనము ద్వారా మనం సర్వతోముఖంగా పురోగమిస్తూనే ఉంటాము. పరమాణుశక్తి-కర్బనము, నూనె, నీరులనుంచి లభ్యమయ్యే శక్తిగా మనం జ్ఞాపకం ఉంచుకోవాలి. సూర్యుని ఉపతనుంచి జలశక్తి వస్తోంది. సూర్యుని వెలుగులో పెరిగిన పురాతన వృక్షాల అవశేషాలే కర్బనము, నూనె. ఉదజనినుంచి హీలియ

మనకు పరమాణుపరివర్తనవల్ల సూర్యుని వెలుగూ వేడీ మనకు లభ్యమౌతున్నాయి. సూర్యునిలో విడుదలఅయ్యే పరమాణు శక్తిని బంధించడానికి, యిప్పుడు మనకు, ఆకుపచ్చని వృక్షాల అవసరం ఏమాత్రమూ లేదు. యురేనియం విచ్ఛేదనద్వారా ఆశక్తిని మనమే విడుదలచేయవచ్చును.

యుద్ధమేఘాలు మనని ఆవరించి ఉన్నంతకాలం, యీ విధంగా తలపోయడం గాలిలో మేడలు కట్టినట్లే అవుతుంది. భావిపరిణామం మానవుడి అధీనంలో వున్నది. విజ్ఞాన సముపార్జనకు, ఎంతటి దీక్షతోనూ మేధస్సుతోనూ వుత్సాహంతోనూ మానవుడు ఎంత కృషి చేశాడో వివిధదేశాల మధ్యా స్నేహసంబంధాల సుస్థిర ప్రతిష్ఠాపనకు అంత కృషీ చేస్తే, భవిష్యత్తు సుఖశాంతులతో తులతూగుతూంది. ఆ విధంగా జరగనినాడు భూమండలం సర్వనాశనంతో నరక కూపంగా మారిపోయే ప్రమాదం వున్నది.

సుస్థిర శాంతియందు పట్టుదల భయాందోళనలనుంచి విమోచన, జాతి రంగువిభేదములు లేకుండా ప్రజలందరూ మనుగడ సాగించగల హక్కు గుర్తింపబడుట–యివి సాధ్యమైనప్పుడు, పరమాణుశక్తిని సదుపయోగ పరచటానికి వీలవుతుంది.

మనం భూగోళంయొక్క అవిరామమైన వుపరితలము మీద నివసిస్తూ ఉన్నాము. ఒక భాగంనుంచి మరోభాగానికి

కొద్దిగంటలలో జేసుకొనవచ్చును. ఈ అవిరామ ఉపరితలమును ఒకదానితో మరొకదానికి సంబంధము లేని వివిధ రాజకీయ ఆర్థిక వ్యవస్థా విభాగములుగా చేసి ఉంచడానికి వీలులేదు. ఒక భాగంయొక్క ప్రభావం మరియొక భాగం మీద తప్పని సరిగా వుండితీరుతుంది. కాబట్టి పరమాణుశక్తి సద్వినియోగమునకు, ప్రపంచ సుస్థిర శాంతికి, అన్ని దేశాల ప్రజలూ తమలోని విభేదాలను విస్మరించి ఏకోన్ముఖమైన కృషిని ఎంత త్వరగా కొనసాగిస్తే అంత మంచిది.
